



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**Propuesta técnica de diseño de carpeta asfáltica utilizando pavimento reciclado  
para el mejoramiento de Av. Mesones Muro km+000-2+066 Chiclayo**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE**

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

**Fustamante Fustamante, Jhonatan Pier (0000-0002-2370-0099)**

**ASESOR:**

**Mg. Ing. Benites Chero, Julio Cesar (0000-0002-6482-0505)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño de infraestructura vial**

**CHICLAYO - PERÚ**

**2018**

## DEDICATORIA

A **DIOS** Todopoderoso y a mis queridos **Abuelos: Sr. Emiliano Fustamante Rojas y Sra. Amelia Núñez Rimarachín**, quienes me guían desde el cielo y me dan la sabiduría y la fe necesaria para seguir adelante día tras día.

A mis **Padres: Sr. Héctor G. Fustamante Saavedra y Sra. Yesenia E. Fustamante Núñez**, por el gran apoyo que siempre me han brindado en todos los momentos de mi vida para poder llegar a conseguir mis metas.

A mi **Hermano: Teylor S. Fustamante Fustamante**, por ser el mejor hermano del mundo, y siempre creer en mí y alentarme a conseguir siempre mis metas.

A todos mis **amigos y amigas**, quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional, para seguir adelante y cumplir con mis objetivos y metas trazadas.

**Jhonatan Pier Fustamante Fustamante**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente agradecer a Dios por bendecirme con la inteligencia y sabiduría necesaria para poder hacer realidad este sueño tan anhelado de poder culminar mi carrera universitaria.

Agradecer a mis queridos padres y a mi querido hermano por todo su amor y apoyo, por sus sabios consejos y por haberme ayudado hacer realidad el presente trabajo de investigación.

Agradecer a cada uno de los Ingenieros Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, por habernos impartido sus conocimientos durante nuestra formación profesional y por sus sabios consejos.

**Jhonatan Pier Fustamante Fustamante**

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo **Jhonatan Pier Fustamante Fustamante** con DNI N° 70024620, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideras en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniera Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas Académicas de la Universidad César Vallejo.

**Chiclayo, 03 de Diciembre del 2018**



---

**JHONATAN PIER FUSTAMANTE FUSTAMANTE**  
**DNI: 70024620**



## PAGINA DEL JURADO

0298



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### ACTA DE SUSTENTACIÓN

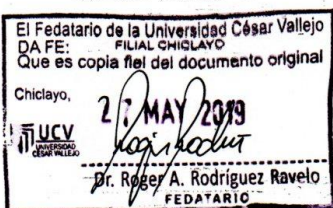
En la ciudad de Chiclayo, siendo las 9:00 horas del día 27 de mayo del 2018, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 0848 - 2019-UCV-CH, de fecha 24 de mayo, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "PROPUESTA TECNICA DE DISEÑO DE CARPETA ASFÁLTICA UTILIZANDO PAVIMENTO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AV. MESONES MURO KM 0+000 - 2+066 CHICLAYO", presentada por el Bachiller FUSTAMANTE FUSTAMANTE JHONATAN PIER con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Civil, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- Presidente: Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz
- Secretario: Mg. Miguel Berrú Camino
- Vocal: Mg. Benjamín Torres Tafur

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR MAYORIA

Siendo las \_\_\_\_\_ horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.



Chiclayo, 27 de mayo del 2018

Mg. Carlos Javier Ramírez Muñoz  
Presidente

Mg. Miguel Berrú Camino  
Secretario

Mg. Benjamín Torres Tafur  
Vocal

# INDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGEADECIMIENTO .....	iii
PAGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
INDICE.....	vi
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCION.....	15
1. 1. Realidad problemática.....	16
1. 2. Trabajos previos.....	17
1. 2. 1. Antecedentes internacionales.....	17
1. 2. 1. Antecedentes nacionales.....	19
1. 2. 1. Antecedentes locales.....	19
1. 3. Teorías relacionadas al tema.....	20
1. 3. 1. Propuesta Técnica.....	20
1. 3. 1. 1. Diseño de Carpeta Asfáltica Patrón.....	20
1. 3. 1. 1. 1. Densidad.....	20
1. 3. 1. 1. 2. Vacíos de aire.....	21
1. 3. 1. 1. 3. Estabilidad.....	21
1. 3. 1. 1. 4. Fluencia.....	21
1. 3. 2. Pavimentos Reciclados (RAP).....	21
1. 3. 2. 1. Características Mecánicas del RAP.....	22
1. 3. 2. 1. 1. Análisis Granulométrico del RAP.....	22
1. 3. 2. 1. 2. Densidad Aparente Suelta.....	23
1. 3. 2. 1. 3. Densidad Real Seca.....	23
1. 3. 2. 1. 4. Densidad Neta.....	23
1. 3. 2. 1. 5. Porcentaje de Asfalto Recuperado.....	24
1. 3. 2. 2. Diseño de carpeta con RAP, agregado nuevo y PEN 60/70.....	24
1. 3. 2. 2. 1. Densidad de la Mezcla.....	25
1. 3. 2. 2. 2. Porcentaje de Vacíos de Aire (VTM).....	25
1. 3. 2. 2. 3. Porcentaje de Vacíos en el Agregado Mineral (VMA).....	26
1. 3. 2. 2. 4. Porcentaje de Vacíos Llenos de Asfalto (VFA).....	26
1. 3. 2. 2. 5. Estabilidad y Flujo.....	26
1. 3. 2. 2. 6. Contenido de asfalto.....	27

1. 3. 2. 3. Factibilidad Técnica.....	28
1. 4. Formulación del problema.....	29
1. 5. Justificación del estudio.....	29
1. 5. 1. Técnica.....	29
1. 5. 2. Economica.....	29
1. 5. 3. Ambiental.....	29
1. 6. Hipótesis.....	29
1. 7. Objetivos .....	30
1. 7. 1. Objetivo general.....	30
1. 7. 1. Objetivos específicos .....	30
II. METODO.....	30
2. 1. Diseño de investigación.....	30
2. 2. Operacionalización de variables.....	31
2. 3. Población y muestra.....	33
2. 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	33
2. 5. Métodos de análisis de datos.....	34
2. 6. Aspectos éticos.....	34
III. RESULTADOS .....	35
IV. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	40
V. CONCLUSIONES.....	44
VI. RECOMENDACIONES.....	45
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
VIII. ANEXOS.....	50
1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES: .....	51
1.1. Especificaciones de los Agregados gruesos. ....	51
1.2. Especificaciones de los Agregados finos. ....	52
1.3. Tipo de Gradación para el diseño de mezcla: .....	52
1.4. Especificaciones del Cemento asfáltico: .....	53
1.5. Especificaciones de la Mezcla asfáltica.....	53
2. ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO. ....	54
2.1. Ensayos realizados al agregado grueso. ....	54
2.1.1. Análisis granulométrico del agregado grueso.....	54
2.1.2. Durabilidad al sulfato de magnesio - MTC E 209. ....	56
2.1.3. Resistencia a la abrasión - MTC E 207.....	58

2.1.4.	Ensayo de adherencia norma MTC E 517. ....	60
2.1.5.	Porcentaje de partículas chatas y alargadas norma MTC E 221.....	60
2.1.6.	Determinación de caras fracturadas - norma MTC E 210. ....	62
2.1.7.	Contenido de sales solubles - norma MTC E – 219. ....	63
2.1.8.	Gravedad específica y absorción - norma MTC E – 206. ....	63
2.2.	Ensayos realizados al agregado fino.....	65
2.2.1.	Análisis Granulométrico del agregado fino (ASTM C – 136) .....	65
2.2.2.	Equivalente de arena - MTC E – 114, ASTM D – 2419, AASHTO T – 176..	67
2.2.3.	Angularidad del agregado fino - MTC E – 222 .....	67
2.2.4.	Límites de consistencia material pasante de la malla N° 40, MTC E – 110..	68
2.2.5.	Durabilidad al sulfato de magnesio: solución MgSO <sub>4</sub> - MTC E 209.....	69
2.2.6.	Índice de durabilidad del agregado fino - MTC E 214. ....	70
2.2.7.	Limites de consistencia material pasante de la malla N° 200 - MTC E – 110, MTC E – 111.....	70
2.2.8.	Contenido de sales solubles en agregados - MTC – 219.....	71
2.2.9.	Gravedad específica y absorción - norma MTC E205, .....	72
2.2.10.	Adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos procedimiento RIEDEL – WEBER - MTC E 220 – 2000 .....	72
3.	COMBINACIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS PARA MEZCLA PATRÓN: .....	73
4.	ELABORACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA:.....	74
5.	PESO ESPECÍFICO DE MEZCLA BITUMINOSA – ENSAYO RICE AASHTO T-209.....	75
	Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	195
	Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	196
	Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	197

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 01.</b> Resumen de los porcentajes de agregados petreos .....	37
<b>Tabla 02.</b> Resumen del optimo contenido de asfalto .....	37
<b>Tabla 03.</b> Resumen de las propiedades de los diseños de carpeta .....	38
<b>Tabla 04.</b> Requerimiento para los agregados gruesos .....	51
<b>Tabla 05.</b> Requerimiento para los agregados finos.....	52
<b>Tabla 06.</b> Gradación mac – 2 para el diseño de carpeta .....	52
<b>Tabla 07.</b> Especificaciones del cemento asfaltico pen 60/70 .....	53
<b>Tabla 08.</b> Especificaciones de la mezcla asfáltica .....	53
<b>Tabla 09.</b> Granulometría final de la piedra chancada .....	55
<b>Tabla 10.</b> Pesos mínimos del agregado grueso .....	57
<b>Tabla 11.</b> Inalterabilidad de los agregados gruesos. solución $\text{mgso}_4 \text{ na}_2$ .....	57
<b>Tabla 12.</b> Gradaciones de los agregados para ensayo de abrasión.....	59
<b>Tabla 13.</b> Resistencia a la abrasión en la máquina de ángeles.....	59
<b>Tabla 14.</b> Ensayo de adherencia .....	60
<b>Tabla 15.</b> Indice de aplanamiento (partículas chatas) .....	61
<b>Tabla 16.</b> Indice de alargamiento (partículas alargadas) .....	61
<b>Tabla 17.</b> Resultado de las partículas con dos o más caras fracturadas.....	62
<b>Tabla 18.</b> Resultado de las partículas con una cara fracturada .....	62
<b>Tabla 19.</b> Sales solubles.....	63
<b>Tabla 20.</b> Absorción del agregado grueso .....	64
<b>Tabla 21.</b> Resumen de los resultados de agregado grueso.....	64
<b>Tabla 22.</b> Granulometría del agregado fino .....	66
<b>Tabla 23.</b> Equivalente de arena.....	67
<b>Tabla 24.</b> Angularidad del agregado fino .....	67
<b>Tabla 25.</b> Datos del ensayo de límites de consistencia.....	68
<b>Tabla 26.</b> Ensayo de inalterabilidad de los agregados finos .....	69
<b>Tabla 27.</b> Indice de durabilidad del agregado fino .....	70
<b>Tabla 28.</b> Datos del ensayo de límites de consistencia .....	70
<b>Tabla 29.</b> Sales solubles totales .....	71
<b>Tabla 30.</b> Resultados de absorción del agregado fino .....	72
<b>Tabla 31.</b> Sales solubles totales .....	73
<b>Tabla 32.</b> Gradación de los agregados para mezcla asfáltica en caliente .....	73

<b>Tabla 34.</b> Granulométrica de combinación de agregados para mezcla patrón .....	74
<b>Tabla 35.</b> Resultados del peso específica de la mezcla bituminosa.....	75
<b>Tabla 36.</b> Dosificación del concreto asfáltico (C.A. 4.5) .....	76
<b>Tabla 37.</b> Dosificación del concreto asfáltico (C.A. 5.0) .....	77
<b>Tabla 38.</b> Dosificación del concreto asfáltico (C.A. 5.5) .....	78
<b>Tabla 39.</b> Dosificación del concreto asfáltico (C.A. 6.0) .....	79
<b>Tabla 40.</b> Dosificación del concreto asfáltico (C.A. 6.5) .....	80
<b>Tabla 41.</b> Resumen la dosificación de la mezcla asfáltica patrón .....	81
<b>Tabla 42.</b> Resultados de la mezcla asfáltica patrón .....	88
<b>Tabla 43.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 10% RAP (C.A. 4.5) .....	89
<b>Tabla 44.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 10% RAP (C.A. 5.0) .....	90
<b>Tabla 45.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 10% RAP (C.A. 5.5) .....	91
<b>Tabla 46.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 10% RAP (C.A. 6.0) .....	92
<b>Tabla 47.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 10% RAP (C.A. 6.5) .....	93
<b>Tabla 48.</b> Resumen de dosificación de mezcla con 10% de RAP .....	94
<b>Tabla 49.</b> Resultados de la mezcla asfáltica con 10% de RAP.....	101
<b>Tabla 50.</b> Comparación de los parámetros de mezcla con y sin RAP.....	101
<b>Tabla 51.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 20% RAP (C.A. 4.5) .....	102
<b>Tabla 52.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 20% RAP (C.A. 5.0) .....	103
<b>Tabla 53.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 20% RAP (C.A. 5.5) .....	104
<b>Tabla 54.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 20% RAP (C.A. 6.0) .....	105
<b>Tabla 55.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 20% RAP (C.A. 6.5) .....	106
<b>Tabla 56.</b> Resumen de dosificación de mezcla con 20% de RAP .....	107
<b>Tabla 57.</b> Resultados de la mezcla asfáltica con 20% de RAP.....	114
<b>Tabla 58.</b> Comparación de los parámetros de mezcla con y sin rap.....	114
<b>Tabla 59.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 30% RAP (C.A. 4.5) .....	115
<b>Tabla 60.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 30% rap (c.a. 5.0) .....	116
<b>Tabla 61.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 30% rap (c.a. 5.5) .....	117
<b>Tabla 62.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 30% RAP (C.A. 6.0) .....	118
<b>Tabla 63.</b> Dosificación del concreto asfáltico con 30% RAP (C.A. 6.5) .....	119
<b>Tabla 64.</b> Resumen de dosificación de mezcla con 30% de rap.....	120
<b>Tabla 65.</b> Resultados de la mezcla asfáltica con 30% de rap .....	127
<b>Tabla 66.</b> Comparación de los parámetros de mezcla con y sin RAP.....	127

<b>Tabla 67.</b> Dosificación del concreto asfaltico con 40% rap (c.a. 4.5) .....	128
<b>Tabla 68.</b> Dosificación del concreto asfaltico con 40% rap (c.a. 5.0) .....	129
<b>Tabla 69.</b> Dosificación del concreto asfaltico con 40% RAP (C.A. 5.5) .....	130
<b>Tabla 70.</b> Dosificación del concreto asfaltico con 40% RAP (C.A. 6.0) .....	131
<b>Tabla 71.</b> Dosificación del concreto asfaltico con 40% RAP (C.A. 6.5) .....	132
<b>Tabla 72.</b> Resumen de dosificacion de mezcla con 40% de RAP .....	133
<b>Tabla 73.</b> Resultados de la mezcla asfáltica con 40% de RAP.....	140

## INDICE DE FIGURAS

Figura 01. Comparacion de pesos unitarios.....	35
Figura 02. Comparacion de % de vacios de aire.....	35
Figura 03. Comparacion % de VMA y % VCA.....	36
Figura 04. Resultado del ensayo marshall.....	35
Figura 05. Comparacion de % de agregados petreos.....	37
Figura 06. Optimo contenido e asfalto.....	37
Figura 07. Comparacion de propiedades fisicas de carpeta asfaltica.....	35
Figura 08. % de vacios de cemento asfaltico.....	39
Figura 09. Resultados marshall con 10,20,30 y 40% de RAP.....	35
Figura 10. Diseño del pavimento.....	51
Figura 11. Curva granulometrica del agregado grueso.....	56
Figura 12. Curva granulometrica del agregado fino.....	66
Figura 13. Porcentaje de humedad a 25 golpes.....	68



## RESUMEN

El presente proyecto de investigación se desarrolló con el objetivo de realizar una propuesta técnica de diseño de carpeta asfáltica utilizando pavimento reciclado para el mejoramiento de Av. Mesones Muro km0+000-2+066 Chiclayo. Para lo cual la población escogida fueron los pavimentos reciclados provenientes del fresado de las diferentes calles de la ciudad de Chiclayo y Lambayeque y como muestra un total de 75 probetas (briquetas). En esta investigación se realizó el diseño de 2 carpetas asfálticas, una diseñada con materiales nuevos y la otra carpeta diseñada agregándole diferentes porcentajes de pavimento asfáltico reciclado (RAP), teniendo diseños con el 10%, 20%, 30% y 40% de RAP, proveniente del fresado de la Av. Sucre – Lambayeque, para lo cual se tomó una muestra de 15 briquetas por porcentaje de carpeta para su posterior comparación técnica de cada una de estas carpetas, obteniendo como resultados valores similares que cumplen con los parámetros establecidos por las normas del MTC sobre diseño de mezclas asfálticas en caliente y la norma CE.010 Pavimentos Urbanos. En cuanto a los resultados de las cantidades de materiales de aportación en el diseño de la carpeta patrón se realizó con un 35% de agregado grueso de  $\frac{3}{4}$ ", 65% de agregado fino y 5.8% de cemento asfáltico, en comparación con el diseño de la carpeta con 30% de RAP, siendo el único diseño que cumplió con todos los parámetros establecidos por la norma, se realizó con el 21% de agregado grueso, 39% de agregado fino y 4.28% de cemento asfáltico nuevo. Por lo que económicamente significa un gran ahorro en el porcentaje de agregados y cemento asfáltico en el diseño de una nueva carpeta asfáltica para el mejoramiento de la Av. Mesones Muro - Chiclayo.

**Palabras Claves:** Reciclaje, RAP, cemento asfáltico PEN 60/70, carpeta asfáltica

## ABSTRACT

The present research project was developed with the objective of making a technical proposal of asphalt folder design using recycled pavement for the improvement of Av. Mesones Muro km0 + 000-2 + 066 Chiclayo. For which the chosen population were the recycled pavements coming from the milling of the different streets of the city of Chiclayo and Lambayeque and as it shows a total of 75 specimens (briquettes). In this research the design of 2 asphalt binders was done, one designed with new materials and the other folder designed adding different percentages of recycled asphalt pavement (RAP), having designs with 10%, 20%, 30% and 40% RAP , from the spawning of Av. Sucre - Lambayeque, for which a sample of 15 briquettes was taken per percentage of folder for its subsequent technical comparison of each of these folders, obtaining as results similar values that comply with the parameters established by the MTC standards on the design of hot asphalt mixtures and the CE.010 Urban Pavements standard. Regarding the results of the quantities of materials of contribution in the design of the master folder was made with 35% of aggregate thickness of  $\frac{3}{4}$  ", 65% of fine aggregate and 5.8% of asphalt cement, in comparison with the design of the folder with 30% RAP, being the only design that met all the parameters established by the standard, was made with 21% of coarse aggregate, 39% of fine aggregate and 4.28% of new asphalt cement. For what economically means a great saving in the percentage of aggregates and asphalt cement in the design of a new asphalt folder for the improvement of the Av. Mesones Muro - Chiclayo

.

Keywords: recycling, RAP, asphalt cement PEN 60/70, asphalt fol

## **I. INTRODUCCION**

### **1.1. Realidad Problemática.**

Todo pavimento flexible hoy en día se encuentra sujeto a una acción continua por parte del tráfico y del medio ambiente. Si a estos 2 factores se le suma el envejecimiento natural que tiene todo pavimento asfáltico flexible, se tiene como resultado un pavimento que se encuentra en un deterioro progresivo el cual conlleva a perder la vida del pavimento para la cual fue diseñado. Todos los pavimentos al sufrir un deterioro y envejecimiento por la acción del tráfico y del medio ambiente tienden a disminuir el tiempo útil de servicio, por tal motivo se tiene como resultado una disminución en la seguridad y confort que debe tener todo pavimento en general.

Es por tal motivo, que el reciclado de pavimentos asfálticos (RAP), se convierte en una necesidad de racionalizar los recursos intervinientes para el mejoramiento de carpetas asfálticas, a nivel internacional los países europeos vienen trabajando con pavimentos asfálticos reciclados ya hace muchos años atrás, países como Estados Unidos y Canadá utilizan el RAP para el mejoramiento de vías desde el año 1977 logrando obtener resultados iguales en el contexto del diseño pero a un costo mucho menor que los diseños con las mezclas tradicionales.

En el plano nacional es poco o nada el uso que se le da al pavimento reciclado después de ser fresado en las diferentes vías del país, en algunas provincias de Lima se ha empezado a utilizar el RAP como una alternativa de mejoramiento de las carpetas asfálticas teniendo un ahorro significativo por la reducción de materiales y cemento asfáltico.

Actualmente la construcción, conservación y el mejoramiento de vías pavimentadas a nivel local, nacional e internacional, constituyen uno de los temas de investigación de mayor importancia, debido a los costos y a los diferentes recursos a utilizar, el procedimiento que se realiza para mejorar una vía se basa en el retiro del material existente a través del proceso de escarificación y se reemplaza por material con propiedades óptimas.

Son grandes los presupuestos que se necesitan para el mejoramiento, mantenimiento y rehabilitaciones de vías, y los problemas ambientales que suelen derivarse de estos trabajos, justifican la realización de una búsqueda de nuevas técnicas y de diferentes métodos que nos permitan realizar estos trabajos reduciendo los costos y los daños al medio ambiente que estas prácticas suelen generar, siendo a nivel mundial el método más utilizado el reciclado de pavimentos asfálticos (RAP), el cual se ha convertido en una necesidad para optimizar los recursos que intervienen en el mejoramiento de vías.

Hoy en día la sensibilización social que se vive, ha dado como resultado que la legislación del medio ambiente sea mucho más protectora con los recursos a utilizar en los diferentes diseños de pavimentos asfálticos. Por lo cual se genera una cierta dificultad a la hora de obtener la materia prima que son los agregados, por lo cual aumenta el costo y el transporte de los materiales hasta la obra o hasta las plantas fabricadoras de mezclas asfálticas.

El vertido de los pavimentos reciclados a los botaderos clandestinos, además de provocar un gran problema en la contaminación del medio ambiente, técnicamente es contraproducente, ya que estos pavimentos a pesar de ser pavimentos envejecidos suelen conservar gran parte de sus cualidades.

Todos los pavimentos al ser fresados para luego ser reutilizados como material de aporte en el diseño de nuevas mezclas asfálticas nos proporcionan un ahorro muy significativo, ya que en el diseño de un nuevo pavimento asfáltico con RAP solo se requerirían entre 1% y 3% de cemento asfáltico adicional, y por el contrario una nueva mezcla asfáltica convencional necesita alrededor de un 6% de cemento asfáltico nuevo.

Teniendo en cuenta este y otros aspectos, como el bajo costo de transporte y una muy poca utilización de energía para producir una nueva mezcla asfáltica con pavimento asfáltico reciclado (RAP), producen un gran ahorro energético y de costo de materiales en comparación con la construcción convencional de mezclas asfálticas en caliente.

## 1.2. Trabajos Previos.

### Internacionales:

(Rosales Víctor, 2011, p.15). En su investigación titulada [**Rehabilitación de carreteras utilizando asfalto espumado, reciclando el pavimento asfáltico existente**]. Publicado por la universidad de San Carlos de Guatemala. Cuyo objetivo fue; “Proporcionar una guía para la rehabilitación de pavimentos utilizando las técnicas de reciclado en frío in-situ y la tecnología de asfalto espumado, mostrando los procesos constructivos, herramientas de laboratorio y maquinaria requerida para el reciclado del pavimento asfáltico”. Llego a la conclusión que: “La realización de los ensayos de laboratorio a los materiales existentes, representan una parte fundamental para el reciclado en frío y posterior estabilización con asfalto espumado debido a que con ellos se establecerá la compatibilidad de los mismos y el aporte que puedan dar a la nueva estructura de pavimento”.

(Castillo diego, 2014, p.26). Quien realizo una investigación titulada [**Evaluación y rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica del reciclado en frío**]. “Tuvo como objetivo el proceso de evaluación y rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica del reciclado en frío, en el tramo (Dm 34.000 al Dm 35.000) de la vía Ambato – Guaranda, a fin de contar con una vía adecuada y dar seguridad al tráfico y a los usuarios de la misma”. Llego a la conclusión que: “El reciclado de pavimento constituye un procedimiento técnico y práctico para poder realizar rehabilitaciones de pavimentos deteriorados que permiten aprovechar los materiales existentes en la estructura del pavimento”.

(Camacho Herver, 2014, p.13). En su tesis titulada [**Estudio sobre pavimentos reciclados como posible alternativa económica y ambiental en las futuras obras del País**], cuyo objetivo fue; “**Analizar los materiales que se retiran de los pavimentos reciclados y de esa manera poder reutilizarlos en nuevas mezclas determinando si se reduce el costo de producción y de contaminación del medio ambiente**”. Llego a la conclusión que “si se utilizan los materiales extraídos de los pavimentos reciclados en el diseño de nuevas

mezclas asfálticas se reduce el costo de producción y de extracción de materiales pétreos del medio ambiente”.

**(Martínez Gustavo, 2016, p.7).** Quien realizo una investigación sobre **[Estudio técnico de reciclado de pavimentos asfálticos con la combinación cal-cemento como estabilizante para la conformación de bases]**, cuyo objetivo fue; “La elaboración de una guía para poder rehabilitar pavimentos utilizando pavimento reciclado con la mezcla de cal-cemento”. Llego a la conclusión que “Los pavimentos reciclados se pueden utilizar combinándolos con una mezcla de cal-cemento para rehabilitar vías obteniendo resultados muy parecidos a los de un diseño de mezcla asfáltica convencional”.

**(Buitrago y Gonzales, 2015, p. 9),** en su tesis titulada, **[Caracterización del rap e identificación de su influencia en el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente]**. El objetivo fue “Realizar una caracterización del RAP e identificar su influencia en el comportamiento de las mezclas asfáltica”. Concluye que.” El RAP a pesar de ya no contar con sus características mecánicas iniciales, se puede utilizar en el diseño de nuevas mezclas asfálticas obteniendo resultados satisfactorios en el comportamiento de sus propiedades mecánicas, lo cual lo hace ideal para la elaboración de nuevas mezclas asfálticas”.

**(Castillo Jesús, 2015, p.36).** Quien realizo una investigación titulada **[Evaluación y rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica del reciclado]**. “Tuvo como objetivo el proceso de evaluación y rehabilitación del pavimento flexible mediante la técnica del reciclado, en el tramo (Dm 44.000 al Dm 45.000) de la vía Ambato – Guaranda, a fin de contar con una vía adecuada y dar seguridad al tráfico y a los usuarios de la misma”. Llego a la conclusión que: “El reciclado de pavimento constituye un procedimiento técnico y práctico para poder realizar rehabilitaciones de pavimentos deteriorados que permiten aprovechar los materiales existentes en la estructura del pavimento”.

#### **NACIONALES:**

**(Fernández Vladimir, 2012, p.3).** En su tesis [**Reciclado en frio de pavimentos flexibles, con el uso de emulsiones asfálticas catiónicas**]. Tuvo por objetivo; **“Realizar una demostración de que las mezclas asfálticas recicladas combinándolas con una emulsión asfáltica da un resultado conveniente para el mejoramiento de las vías”**. Llego a la conclusión de que las mezclas asfálticas diseñadas con RAP y una emulsión asfáltica cumplen con los parámetros de control de calidad que establecen las normas.

**(Galván Luis, 2015, p.15).** En su tesis [**Criterios de análisis y diseño de una mezcla asfáltica en frío con pavimento reciclado y emulsión asfáltica**]. Cuyo objetivo fue; **“El poder determinar qué criterios se pueden utilizar para el análisis de una mezcla en frio combinada con RAP y emulsión asfáltica”**. Llego a la conclusión **“De que el RAP por sí solo no se pude utilizar en el diseño de una mezcla asfáltica en frio, sino que se tiene que adicionar agregados vírgenes para poder corregir la granulometría del RAP y así utilizarlo en el diseño de nuevas mezclas asfálticas en frio”**.

#### **LOCALES:**

**(Paiva, German, 2013, p. 4).** En su tesis [**Reciclado de pavimentos asfálticos y su reutilización para el diseño de mezcla de asfalto en caliente**]. Tuvo como objetivo; **“Preparar y ensayar la dosificación de mezcla para determinar la proporción adecuada de mezcla bituminosa a reciclar, áridos y asfalto”**. Llegando a concluir que; **“Los equipos de laboratorio de simulación son una herramienta valiosa porque nos permiten determinar la dosificación exacta de la mezcla reciclada que proporciona cada una de las cantidades de los agregados, asfalto, agua, agente estabilizador”**.

### **1.3. Teorías Relacionadas al Tema.**

#### **1.3.1. Propuesta Técnica:**

##### **1.3.1.1. Diseño de Carpeta Asfáltica Patrón.**

Orellana, Susana (2016, P.15), Para realizar un diseño de carpeta asfáltica primero debemos definir qué materiales son los que conforman dicha mezcla y con qué método se va diseñar, estas mezclas asfálticas están conformadas por materiales pétreos como el agregado grueso y agregados finos, los cuales deben estar bien graduados para que se determinen las proporciones a utilizar.

De igual manera se hará uso de un cemento asfáltico, el cual sirve como ligante. Estas mezclas se elaboran a temperaturas altas que oscilan entre los 140 o 150 °C y el cemento asfáltico cuyas temperaturas suelen oscilar entre los 110 y 130 °C.

Cuando los diferentes materiales pétreos se encuentren calientes y secos se proceden a mezclar sus componentes incorporándole el cemento asfáltico en cantidades previamente definidas.

Finalmente, para que un diseño de carpeta asfáltica sea estable y duradera hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- La granulometría de los materiales pétreos
- El contenido de asfalto
- Las características del cemento asfáltico

“Hay diferentes métodos para poder diseñar una mezcla asfáltica en caliente, siendo el método Marshall uno de los más utilizados, método desarrollado por el Ing. Bruce Marshall, con este método a través de las gráficas Marshall se determinan los porcentajes de vacíos de aire, la densidad, la estabilidad Marshall, la fluencia y el óptimo contenido de asfalto” (Méndez, 2015, P.35).



#### **1.3.1.1.1. Densidad.**

Buitrago, Juan (2016, P.20), La densidad de una mezcla que se encuentra compactada se define como si fuera su propio peso unitario, la cual se obtiene de los ensayos en laboratorio realizadas a las briquetas y es el resultado de dividir el peso de la briketa en el aire entre el volumen de la briketa, la densidad es una de las caracterizas más importantes de la mezcla debido a que es muy importante obtener densidades altas para que el pavimento sea duradero.

#### **1.3.1.1.2. Vacíos de aire.**

“El % de vacíos de aire de las mezclas asfálticas son pequeñas burbujas de aire que se encuentran presentes en los agregados pétreos revestidos en la mezcla compactada final. El % de vacíos de aire permitidos por norma oscila entre 3 y 5%” (Fernández, 2010, P.60).

#### **1.3.1.1.3. Estabilidad.**

“Se define como la capacidad que tiene todo pavimento flexible de resistir las cargas que producen los vehículos y sin que se produzcan en el pavimento flexible agrietamiento o deformaciones” (Tafur, 2008, P.45).

#### **1.3.1.1.4. Fluencia.**

“La fluencia de una mezcla asfáltica se define como la deformación total de una mezcla asfáltica expresada en mm, que experimentan las briquetas ensayadas en la maquina Marshall desde que reciben las cargas de la maquina Marshall hasta que se produzca la deformación” (Galván, 2015, P.50).

#### **1.3.2. Pavimentos Reciclados (RAP).**

Buitrago y Gonzales (2016, P.19), los pavimentos asfálticos reciclados son todos aquellos pavimentos que se obtienen de la escarificación y fresado de carpetas asfálticas, y los cuales pueden ser reutilizados en el diseño de nuevas carpetas para la rehabilitación o mejoramiento de vías. Esto significa que a pesar del tiempo y el deterioro de los pavimentos no significa que ya no sirva y se tenga

que eliminar o votar ya que muchos de estos pavimentos aún conservan sus propiedades iniciales y pueden ser reutilizados.

Molero, Andrea (2014, P.38), El RAP está compuesta de cementos asfáltico y agregados pétreos, la cual fue escarificada, se debe caracterizar de la siguiente manera. Primero se realizará el tamizado del material granulométrico del RAP, con el objetivo de hacer una comparación con los otros agregados a utilizar en la mezcla nueva y por último se tiene que realizar la caracterización del cemento asfáltico que se ha podido recuperar del RAP. Las ventajas del pavimento reciclado se mencionan a continuación.

- Posibilita hacer una mejora estructural en el pavimento existente.
- Permite poder corregir los diseños incorrectos de las mezclas asfálticas
- Se produce una reducción en los costos de reconstrucción y/o mejoramiento de vías.
- Posee un impacto ambiental muy bajo.

#### **1.3.2.1. Características Mecánicas del RAP.**

“Para que un pavimento asfáltico reciclado pueda ser reutilizado, es necesario que se realicen ensayos de laboratorio para poder determinar la granulometría del RAP, las densidades y el contenido de asfalto que se va a recuperar” (Galván, 2015, P.60).

Todo esto permite analizar las características que presenta y establecer las condiciones iniciales de ingreso del material en un diseño de carpeta asfáltica nuevo. El material reciclado del pavimento, también es sometido a los mismos ensayos que se hacen a un agregado nuevo.

##### **1.3.2.1.1. Análisis Granulométrico del RAP:**

“El ensayo de granulometría del RAP, consiste en hacer una gradación para separar por diferentes tamaños los granos que lo componen, este material se expresa en porcentaje de peso respecto al peso total de la muestra analizada”. (Restrepo, 2008, P.20).

El análisis se puede realizar de dos formas: la primera, por el método del tamizado para separar partículas grandes y pequeñas, y la segunda, por medio de un proceso de vía húmeda para granos finos (material que pasa el tamiz No. 200).

Para determinar si la granulometría de los componentes del RAP, se encuentran dentro de los parámetros establecidos se tiene que graficar mediante una curva granulométrica y así determinar si están dentro de los valores establecidos en la norma.

Existen 3 tipos de gradación para dichas mezclas, las cuales son la MAC -1 para partículas  $\leq 1''$ , las cuales se emplean en diseños de carpetas para vías expresas, la MAC – 2 para partículas  $\leq \frac{3}{4}''$  empleadas para diseño de carpeta de vías locales y colectoras y por último la MAC – 3 para partículas  $\leq \frac{3}{8}''$ , empleadas para el diseño de mezclas en caliente para el mantenimiento de vías.

#### **1.3.2.1.2. Densidad Aparente Suelta**

“Relación de masa y volumen en que se considera el volumen macizo de las partículas más el volumen de poros y huecos. Correspondiente a la medida que lo contiene. La densidad del agregado suele ser vaciado desde una altura de 5 cm en un recipiente de volumen conocido” (Restrepo, 2008, P.23).

#### **1.3.2.1.3. Densidad Real Seca**

“La densidad real seca del pétreo es aquella en la que solo se considera la masa del pétreo seco” (Restrepo, 2008, P.25).

#### **1.3.2.1.4. Densidad Neta**

“Densidad en que se considera el volumen macizo de las partículas más el volumen de los poros inaccesibles (Cerrados)” (Ávila, 2017, P.25).

#### **1.3.2.1.5. Porcentaje de Asfalto Recuperado**

Flores, Gisela (2012, P.35), Para determinar un % de asfalto recuperado se tiene que hacer una caracterización del asfalto recuperado del RAP, el cual consiste primero en calentar el material reciclado a una temperatura entre 140°C y 150°C, por un periodo entre 30 y 40 m, con el fin de disgregar las partículas finas de las gruesas que se encuentran adheridas por el asfalto.

Como siguiente paso para determinar el contenido de asfalto recuperado se determina mediante un lavado del reciclaje en la máquina de reto vapor, se calcula el peso inicial del RAP antes de ser lavado y extraído el asfalto, y luego el peso del RAP sin asfalto dando la diferencia el contenido de asfalto del (RAP), el resultado del contenido de asfalto recuperado se tiene que expresar en porcentaje.

#### **1.3.2.2. Diseño de carpeta con RAP, agregado nuevo y PEN 60/70**

López, Diego (2014, P.35), Para realizar el diseño de carpeta asfáltica con pavimento reciclado (RAP), se tiene que tener en cuenta el diseño convencional de carpeta sin RAP, el cual será patrón de comparación con la carpeta asfáltica diseñada con un porcentaje de pavimento reciclado.

Como primer paso se tiene que determinar qué porcentaje de RAP se va a utilizar en la mezcla, ya que se busca un diseño que cuente con las mismas o similares características que el diseño patrón, para lo cual se tiene que determinar la granulometría del reciclaje, tener en cuenta para que tipo de vía se va a diseñar esta carpeta para definir el tipo de gradación a utilizar y de esa manera comprobar si la granulometría de los porcentaje mezclados de los materiales cumplen con esos parámetros de gradación.

Las gradaciones de las granulometrías de los agregados están conformadas por 3 tipos, siendo la MAC -1, MAC – 2 y la MAC – 3, caracterizando a cada tipo de granulometría por el tamaño máximo de partícula del agrado.

Como segundo paso, una vez que se tiene definido el tipo de vía y tipo de gradación a utilizar, se tiene que definir con qué tipo de cemento asfáltico se va a realizar el diseño de mezcla asfáltica en caliente, si es para un clima frío se usará el cemento asfáltico PEN 120/150, y si es para un clima templado se tiene que usar el cemento asfáltico PEN 65/100, y si es para un clima caluroso el tipo de cemento asfáltico a utilizar es el PEN 60/70.

Una vez definido los materiales y teniendo los resultados de los ensayos de los agregados pétreos se diseña la mezcla asfáltica por el método Marshall, para diseño de mezclas asfálticas en caliente, el cual fue formulado por Bruce Marshall, ingeniero de asfaltos.

Este método se usa solo en mezclas asfálticas en caliente y para diseño de pavimentos que tengan un tamaño máximo de 25 mm (1") o menor en el tamaño del agregado. Este método Marshall nos permite determinar la densidad de la mezcla, el análisis de vacíos, el contenido de asfalto, la estabilidad, la fluencia y el contenido de asfalto óptimo a utilizar en las mezclas asfálticas en caliente.

#### **1.3.2.2.1. Densidad de la Mezcla.**

Galván, Luis (2015, P.61), la densidad se define como el peso unitario de la mezcla (el peso de un volumen específico de mezcla). La densidad suele ser la característica más importante que debe tener en cuenta el supervisor, debido a que es esencial ya que todo pavimento terminado debe tener una alta densidad para poder obtener pavimentos duraderos. Es así que la densidad que se obtiene en el laboratorio es la densidad patrón, la cual se utiliza como referencia para determinar si las densidades de los pavimentos terminados son o no la adecuada.

#### **1.3.2.2.2. Porcentaje de Vacíos de Aire (VTM)**

López, Diego (2014, P.45), los vacíos de aire son pequeñas burbujas de aire que se encuentran presentes en los agregados pétreos revestidos en la mezcla.

La norma establece que el % de vacíos (en muestras de laboratorio) para capas superficiales esta entre 3 y 5 por ciento. La densidad y el contenido de vacíos están directamente relacionados, es decir mientras más alta sea la densidad, menor es el porcentaje de vacíos en la mezcla y viceversa.

#### **1.3.2.2.3. Porcentaje de Vacíos en el Agregado Mineral (VMA).**

Galván, Luis (2015, P.72), el porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VMA), es calculada con base en el peso específico total del agregado y se expresa como un % del volumen total de la mezcla compactada. Por lo tanto, el VMA puede ser calculado al restar el volumen del agregado del volumen total de la mezcla compactada.

El % permitido de vacíos (en muestras de laboratorio) para capas superficiales tiene un valor como mínimo de 14%.

#### **1.3.2.2.4. Porcentaje de Vacíos Llenos de Asfalto (VFA)**

Méndez, Angélica, (2015, P.32), se definen como el porcentaje de vacíos inter granulares que hay entre las partículas de los agregados pétreos, las cuales se encuentran llenas de contenido de asfalto.

El % de vacíos del agregado mineral (VMA) se obtiene al restar los vacíos de aire del agregado mineral y dividirlos entre el VMA siendo expresado el resultado en porcentaje.

#### **1.3.2.2.5. Estabilidad y Flujo.**

“La estabilidad y el flujo se determinan directamente con la maquina Marshall, la cual determinara la estabilidad que es la resistencia que tiene la mezcla a la deformación, y la fluencia que mide la deformación de mezcla bajo cargas” (Molero, 2014, P.20).

Para poder realizar estos ensayos se tiene que fabricar unas briquetas con diferentes contenidos de asfalto, previamente estas briquetas se tienen que

sumergir en un baño maría entre 30 a 40m, el agua del baño María debe estar a una temperatura de 60°C.

Una vez terminado el baño maría se procede a colocar las briquetas en la prensa Marshall para determinar sus respectivos ensayos de estabilidad y fluencia.

Se Colocará el medidor que mide el flujo sobre la barra guía que se encuentra marcada y comprobará la lectura inicial. La carga se aplicará a una velocidad de deformación de 2 pulg/min (50.8 mm/minuto) hasta que ocurra la falla, es decir cuando se alcance la máxima carga, la estabilidad se define como la máxima carga obtenida y se expresa en Newton, mientras la fluencia se determina con el medidor de deformaciones de cual los resultados se determinan en centésimas de pulgada 0.01 pulgadas (0.25 mm).

Para una correcta realización del ensayo de estabilidad y fluencia se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- El tiempo que debe transcurrir para poner la briqueeta en la prensa Marshall desde el baño maría es de 60 segundos.
- Las briquetas en el baño maría deben permanecer entre 30 y 40 minutos.

#### **1.3.2.2.6. Contenido de asfalto:**

Quesada, Vallejo (2009, P.51), el contenido de asfalto que debe contener la mezcla es muy importante y se tiene que determinar en el laboratorio, y luego ser controlada en obra. El contenido óptimo de asfalto de una mezcla se obtiene al restar el asfalto absorbido del contenido total de asfalto.

Una vez encontrados los resultados del porcentaje de asfalto y los resultados del ensayo Marshall; analizamos los datos graficando, tabulando y corrigiendo los valores de estabilidad para cada testigo ensayado (ASTM D1559), se calculará el promedio de tres juegos de testigos ensayados.

Las gráficas Marshall son los siguientes:

1. El peso unitario Vs % de cemento asfáltico
2. La estabilidad Vs % de cemento asfáltico
3. El flujo Vs % de cemento asfáltico
4. % de vacíos de aire Vs % de cemento asfáltico
5. % de vacíos de agregado mineral Vs % de cemento asfáltico
6. % de vacíos de cemento asfáltico Vs % de cemento asfáltico

Otra de las maneras de poder calcular el contenido óptimo de asfalto, es al promediar los resultados de los valores de los gráficos Marshall como son, el peso unitario, el % de los vacíos de aire y la estabilidad, el promedio de estos 3 valores nos dará como resultado el porcentaje óptimo de asfalto.

#### **1.3.2.3. Factibilidad Técnica.**

Técnicamente se tendrá que demostrar mediante ensayos realizados en el laboratorio de pavimentos que utilizar pavimentos reciclados en nuevas mezclas asfálticas es factible de realizar, por lo que se tendrá que hacer un diseño de mezcla por cualquiera de los métodos existentes ya sea el método Marshall o el Superbave para demostrar que técnicamente ese diseño de mezcla cumple con lo que manda la norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

Se tendrá que realizar los ensayos respectivos para poder determinar cuál es el porcentaje de mezcla reciclada a utilizar con el fin de que cumplan con las granulometrías establecidas por norma en el diseño de mezclas asfálticas, esta mezcla con reciclaje deber tener características iguales o similares a las de una mezcla patrón (mezcla asfáltica sin pavimento reciclado).

Una vez que se determine el porcentaje de pavimento reciclado a utilizar y las características de la nueva mezcla con RAP, se tiene que realizar una comparación en porcentaje de los materiales intervinientes en los dos tipos de mezcla tanto la mezcla patrón como la mezcla con reciclaje, para determinar cuál de las dos es más factible técnica y económicamente en el diseño de nuevas carpetas asfálticas para el mejoramiento de vías.



#### **1.4. Formulación del Problema.**

¿Cómo beneficia realizar una propuesta técnica de diseño de carpeta asfáltica utilizando pavimento reciclado para el mejoramiento de Av. Mesones Muro km0+000-2+066 Chiclayo?

#### **1.5. Justificación del Estudio.**

**Técnica:** Este método del reciclado de pavimentos se justifica técnicamente, porque permite volver a utilizar todos los pavimentos asfálticos reciclados de las diferentes obras que se encuentren en remodelación, haciendo previo análisis a través de ensayos en el laboratorio para determinar los porcentajes de reciclado que se van a utilizar en el diseño y fabricación de nuevas mezclas asfálticas.

**Económica:** Este método del reciclaje se justifica económicamente porque al utilizar los pavimentos reciclados (RAP), como material de insumo en lo que respecta al diseño de nuevas mezclas asfálticas para el mejoramiento de vías, permite reducir en un gran porcentaje los costos de pavimentación, al reducir el consumo de materiales nuevos como los agregados pétreos y el asfalto.

**Ambiental:** Este proyecto se justifica ambientalmente como una alternativa de mejoramiento, de rehabilitaciones de mantenimiento de carpetas asfálticas disminuyendo el consumo de materiales nuevos como los áridos y el cemento asfáltico, reduciendo de esta manera la sobreexplotación de las canteras y de esa manera tener una mejor conservación del medio ambiente para la población.

#### **1.6. Hipótesis.**

Si aplicamos la propuesta técnica de diseño de carpeta asfáltica utilizando pavimento asfáltico reciclado (RAP), entonces se mejorará la Av. Mesones Muro km0+000-2+066 Chiclayo.

## 1.7. Objetivos.

### Objetivo General:

- Realizar una propuesta técnica de diseño de carpeta asfáltica utilizando pavimento asfáltico reciclado (RAP), para el mejoramiento de la Av. Mesones Muro km0+000-2+066 Chiclayo. Temporalidad (Año 2018)

### Objetivos Específicos:

- Definir un diseño de carpeta asfáltica convencional sin RAP, el cual será patrón de comparación con el diseño de carpeta elaborada con pavimento asfáltico reciclado (RAP), para el mejoramiento de la Av. Mesones Muro km0+000-2+066 Chiclayo.
- Analizar las características mecánicas del pavimento asfáltico reciclado (RAP), antes de ser utilizado en el diseño de una nueva carpeta asfáltica para el mejoramiento de la Av. Mesones Muro km0+000-2+066 Chiclayo.
- Proponer un diseño de carpeta asfáltica con RAP, agregados pétreos nuevos y cemento asfáltico PEN 60/70 para el mejoramiento de la Av. Mesones Muro km0+000-2+066 Chiclayo.
- Realizar una comparación de costos entre el diseño de la carpeta patrón y la carpeta con pavimento asfáltico reciclado (RAP), para el mejoramiento de la Av. Mesones Muro km0+000-2+066 Chiclayo.

## II. METODO.

### 2.1. Diseño de Investigación.

El presente proyecto tiene un diseño de investigación descriptivo, utilizándose el esquema siguiente.

**M** ← **OX.....C**

#### Dónde:

M = Muestra de Estudio.

OX = Información a recoger sobre los pavimentos reciclados

C = Calidad de Los materiales que conforman el RAP

## 2.2. Operacionalización de Variables.

**Variable Independiente:** Propuesta técnica.

**Variable Dependiente:** Pavimentos reciclados.

**CUADRO N°.01: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OEPRACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>(VARIABLE INDEPENDIENTE)</b>  <b>PROPUESTA TECNICA</b>	Fernández, Valeria (2012, pág. 34) Una propuesta técnica es un documento en donde se plasma en forma detallada la estrategia a desarrollar para dar solución a un problema, este documento se le presenta a una entidad o empresa para su evaluación y posterior aceptación o rechazo o de acuerdo a los resultados obtenidos por el investigador.	Se realiza una propuesta técnica de diseño de carpeta asfáltica, agregando diferentes porcentaje de RAP, el cual será comparado con una muestra patrón de diseño de carpeta asfáltica convencional para demostrar la factibilidad técnica de diseño entre la carpeta convencional y la carpeta con RAP, para el mejoramiento de la Av. Mesones Muro km0+000-2+066 Chiclayo.	<b>DISEÑO DE CARPETA ASFALTICA CONVENCIONAL</b>	Densidad	<b>ORDINAL</b>
				Vacíos de aire (o simplemente vacíos)	
				Estabilidad	
				Fluencia	

**FUENTE:** Elaborado por el autor.

**CONTINUACION DEL CUADRO N°.01: OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OEPRACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICION</b>
<b>(VARIABLE DEPENDIENTE)  PAVIMENTOS RECICLADOS</b>	DG (2018, pág. 53): Un pavimento asfáltico reciclado (RAP: Reclaimed Asphalt Pavement) es el término dado a materiales de pavimento extraídos y/o escarificados, los que se conforman de cemento asfáltico y agregados pétreos, los cuales conservan sus propiedades y pueden ser reutilizados en un nuevo diseño de carpeta asfáltica para el mejoramiento de vías.	Una de la forma más común de utilizar los pavimentos reciclados (RAP), es incorporarlo en el diseño de una nueva carpeta asfáltica, la cual cumpla con las mismas características que la anterior carpeta o una carpeta convencional para el mejoramiento de la Av. Mesones Muro km0+000-2+066 Chiclayo.	<b>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL RAP</b>	Granulometría	<b>ORDINAL</b>
				Densidad Aparente Suelta	
				Densidad Real Seca	
				Densidad Neta	
				Porcentaje de Asfalto Recuperado	
			<b>DISEÑO DE CARPETA ASFÁLTICA CON RAP, AGREGADOS NUEVOS Y PEN 60/70</b>	Densidad	<b>ORDINAL</b>
				% Vacíos (VTM)	
				% Vacíos del agregado mineral (VMA)	
				% Vacíos llenos de Asfalto (VFA)	
				Estabilidad	
				Flujo	
				Contenido de asfalto	
			<b>FACTIBILIDAD TECNICA</b>	Proceso de diseño	<b>ORDINAL</b>

**FUENTE:** Elaborado por el autor.

### **2.3. Población y Muestra:**

#### **Población:**

En el presente proyecto la población estará conformada por todos los pavimentos asfálticos reciclados (RAP) de la provincia de Chiclayo.

#### **Muestra:**

De acuerdo al entorno del objetivo la muestra a tomarse será un total de 75 probetas (briquetas), distribuidas de la siguiente manera.

**15 Probetas** para el diseño de la mezcla patrón.

**15 Probetas** con un 10% de RAP.

**15 Probetas** con un 20% de RAP.

**15 Probetas** con un 30% de RAP.

**15 Probetas** con un 40% de RAP.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad:**

Utilizaremos para nuestro fin el más adecuado para la obtención de los resultados los cuales se mostrará a continuación:

#### **Técnica de gabinete:**

Se procederá a la recopilación de información necesaria con temas de investigación y tesis parecidas y/o iguales al presente proyecto de investigación, de igual manera se tendrá en cuenta la información de las normas de pavimentos. La recopilación de datos y muestras del RAP se hará a través de formatos y tablas para poder registrar todos los resultados obtenidos en laboratorio y así poder realizar los diferentes diseños de mezclas asfálticas y su posterior comparación.

#### **Técnicas de campo:**

Se emplearán diferentes técnicas de campo, siendo una de ellas la observación de campo para verificar el estado en el que se encuentran los pavimentos reciclados, el muestreo del RAP, la recolección de datos sobre las muestras de pavimento fresado y toma de fotografías.

**Técnicas de laboratorio:**

Las muestras recopiladas que se tomen de los pavimentos asfálticos reciclados (RAP), serán llevadas al laboratorio para sus ensayos respectivos y determinar si están aptas o no para la elaboración de una nueva carpeta asfáltica.

**Validez y confiabilidad.**

La validez y confiabilidad del presente proyecto con lo que respecta a los ensayos realizados a los agregados pétreos y a los diseños de mezcla patrón y diseño de mezcla con pavimento reciclado, serán realizados en el laboratorio de servicios de laboratorio de pavimentos y suelos S.A.C, los cuales serán sustentados con sus respectivas hojas de cálculo. Todos los resultados obtenidos en la presente tesis son de confiabilidad por lo que se realizaron teniendo en cuenta todos los parámetros que establecen la norma del diseño geométrico de carreteras EG 2013 y la C.010 pavimentos urbanos.

**2.5. Métodos de análisis de datos:**

En el presente proyecto, todos los resultados obtenidos de los diferentes ensayos realizados en el laboratorio de pavimentos se procesarán utilizando la herramienta del programa básico Excel 2018. Con los resultados obtenidos en laboratorio se procederá a realizar el diseño de la carpeta patrón y las carpetas con el 10%, 20%, 30% y 40% de RAP, siempre teniendo en cuenta los parámetros de diseño que dictan las normas.

**2.6. Aspectos éticos:**

Teniendo en cuenta los parámetros que ha establecido la universidad Cesar Vallejo, la presente investigación se realizó en un laboratorio acreditado y siguiendo los parámetros que dictan las normas de pavimentación como son la C.010 de pavimentos urbanos, con todos los resultados obtenidos se pretende que sirva como guía para futuras investigaciones.

### III. RESULTADOS.

El diseño de carpeta patrón se tomó como referencia de la tesis elaborada por PAREDES, (2018, P.27). [Propuesta técnica económica para mejorar resistencia de subrasante mediante aplicación de geomallas en av. Mesones Muro 0+000 - 2+066 km Chiclayo], de la cual se tomó el espesor de 3” de carpeta asfáltica. Ver Anexo A. pág.35

#### 3.1. Contenido de Asfalto Extraído del RAP.

El asfalto extraído que se realizó a muestra representativa de **1274.8 gr** de pavimento asfáltico reciclado (RAP), nos dio como resultado un total de **60.3 gr** que expresado en porcentaje representa el **4.73 %** de contenido de asfalto.

#### 3.2. Características Carpeta asfáltica con 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de RAP.

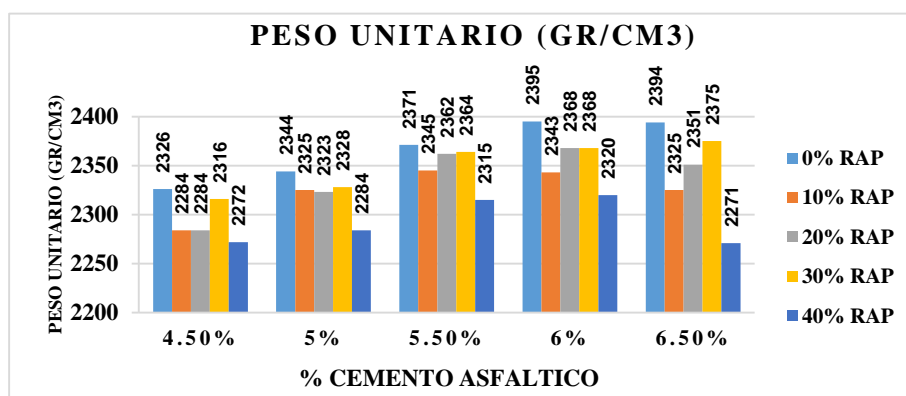


Figura 01: Peso Unitario  
Fuente: Elaborado por el autor.

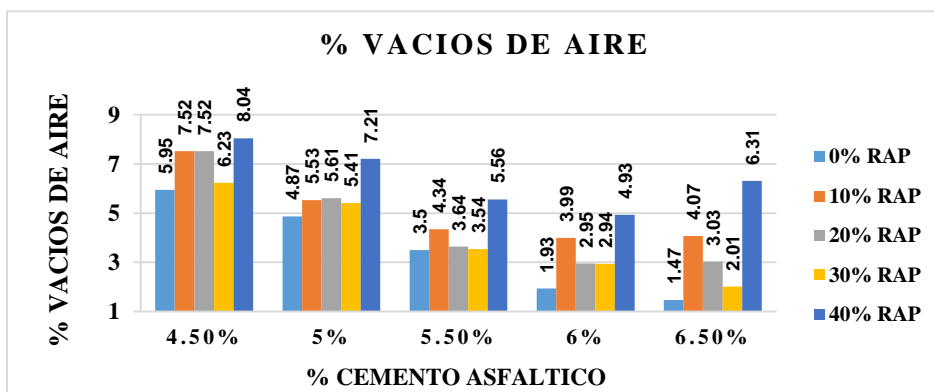
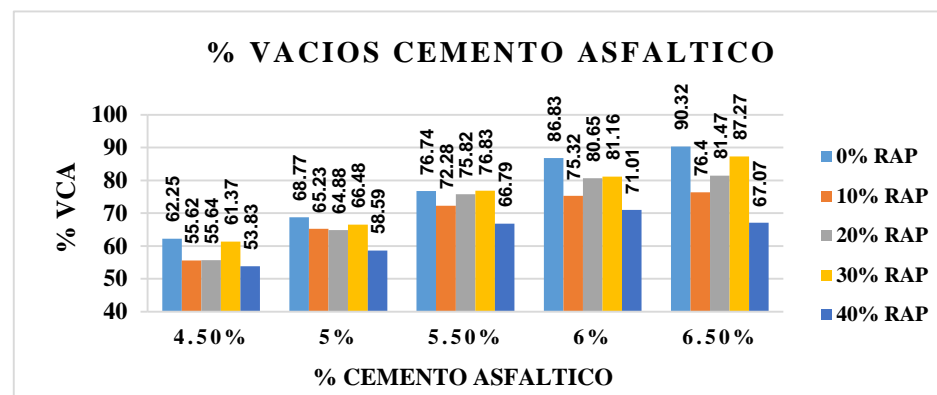
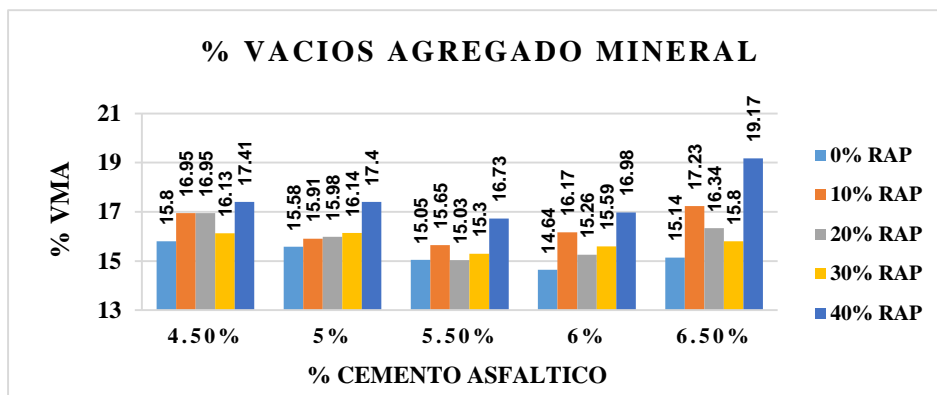
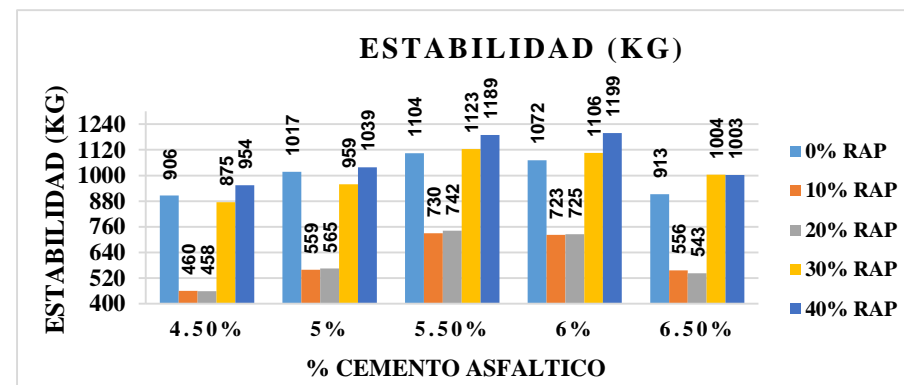
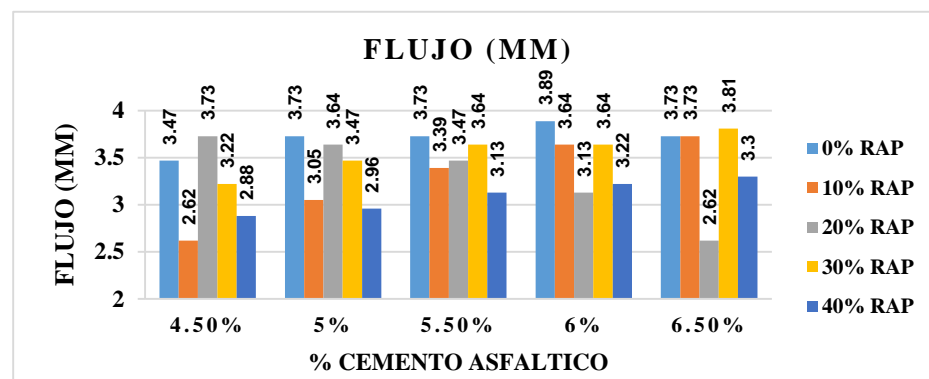


Figura 02: Peso Unitario  
Fuente: Elaborado por el autor.



**Figura 03: % de vacíos de agregado mineral y cemento asfáltico.**  
Fuente: Elaborado por el autor.

### 3.3. Resultados del ensayo Marshall:



**Figura 04: Resultados del ensayo Marshall (Flujo y Estabilidad)**  
Fuente: Elaborado por el autor.



### 3.4. Resumen de agregados pétreos.

**Tabla N° 06: Resumen de los porcentajes de agregados pétreos**

% RAP	0%	10%	20%	30%	40%
Grava Chancada < 3/4" (%)	35	31	28	21	19
Arena Chancada <1/4" (%)	20	18	15	14	10
Arena Zarandeada <3/4" (%)	45	41	37	35	31

Fuente: Elaborado por el autor.

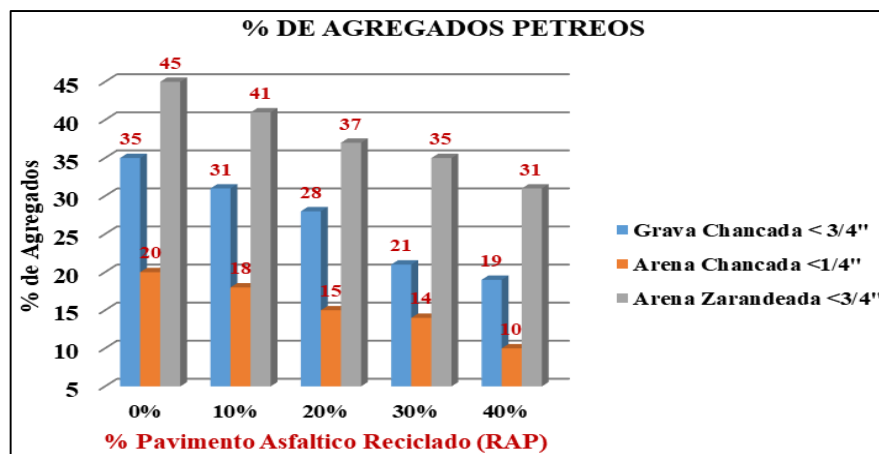


Figura 05: Porcentajes de agregados.

Fuente: Elaborado por el autor.

### 3.5. Resultados del optimo contenido de cemento asfáltico.

**Tabla N° 07: Resumen del Óptimo contenido de Asfalto**

% RAP	0%	10%	20%	30%	40%
Optimo C. A. (%)	5.8	5.9	5.85	5.7	5.7
Asfalto Recuperado (%)	0.0	0.47	0.95	1.42	1.89
Asfalto adicional (%)	5.8	5.43	4.90	4.28	3.81

Fuente: Elaborado por el autor.

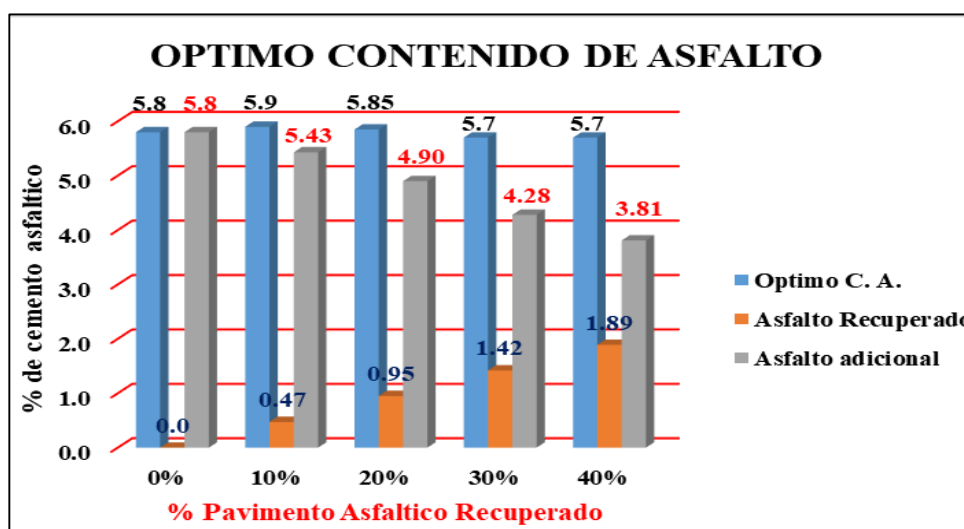


Figura 06: Optimo contenido de asfalto y asfalto adicional en el diseño.

Fuente: Elaborado por el autor.

### 3.6. Resultados del diseño de carpeta patrón y el diseño de carpeta con 4 porcentajes de RAP.

Tabla N° 08: Resumen de las propiedades de los diseños de carpeta.

% RAP	0%	10%	20%	30%	40%
Peso Unitario (kg)	2402	2352	2375	2369	2330
% Vacíos Aire (%)	3.30	4.40	3.30	3.50	5.30
% Vacíos Agregado Mineral (%)	15.00	16.10	15.40	15.50	17.00
% Vacíos Cemento Asfáltico (%)	91.00	76.00	81.00	81.00	73.00
Flujo (mm)	3.96	3.63	3.68	3.73	3.23
Estabilidad (kg)	1140	775	410	1145	1250

Fuente: Elaborado por el autor.

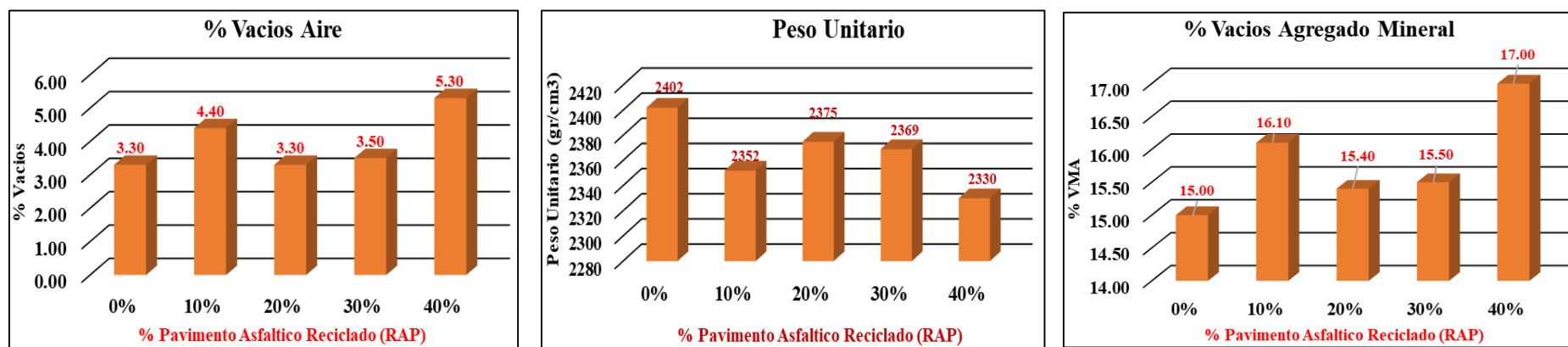
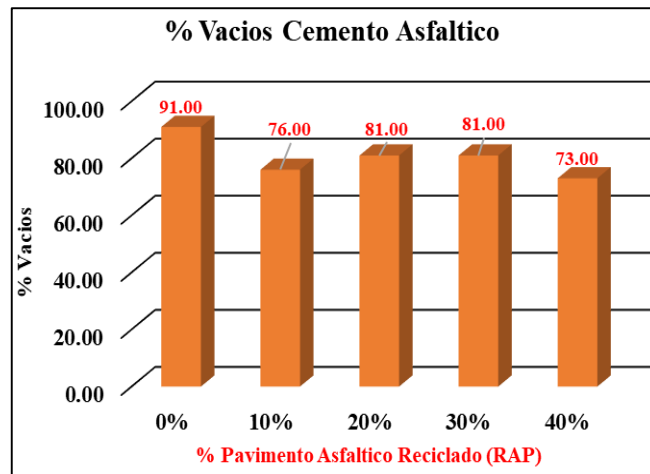


Figura 07: Porcentajes de vacíos de aire, Pesos unitarios y % de Vacíos de Agregado Mineral.

Fuente: Elaborado por el autor.

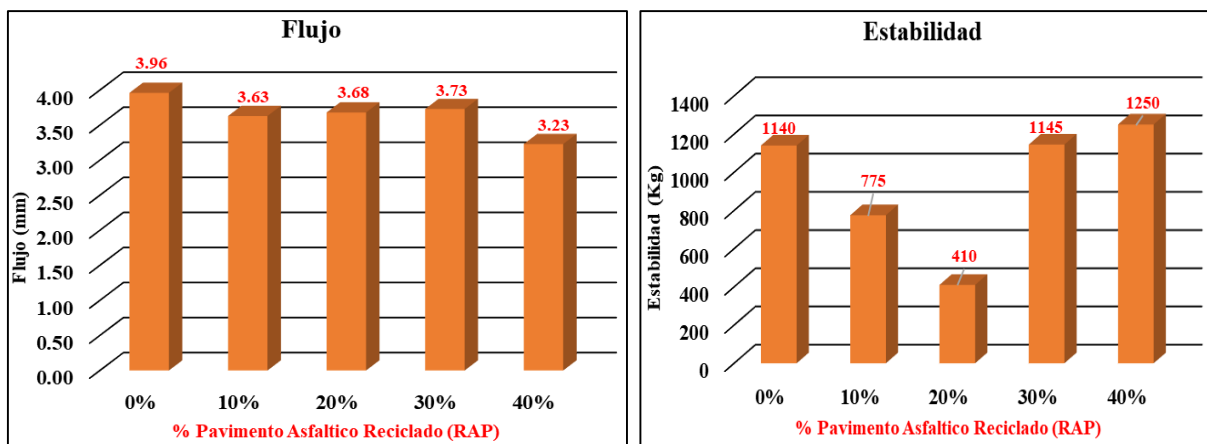
Se observa en figura 07, que los % de vacíos de aire de la carpeta patrón, y el diseño de carpeta con el 10%, 20% y 30% de reciclaje están cumpliendo con el % de los vacíos de aire de la mezcla, de acuerdo a norma indica que deben estar entre el 3 y 5%, el diseño de carpeta con el 40% de reciclaje no cumple con el % de vacíos ya que tiene un 5.30% estando fuera del rango que especifica la norma.



**Figura 08: % vacíos Cemento Asfáltico Pen 60/70**

Se observa en la figura 08 que el porcentaje de los vacíos de cemento asfáltico el cual cumple con el mínimo de 65% establecido en la norma CE.010 de pavimentos urbanos.

### 3.7. RESULTADOS DEL ENSAYO MARSHALL



**Figura 09: Resultados de los ensayos Marshall (Flujo y Estabilidad)**  
Fuente: Elaborado por el autor.

En la figura 09, se tiene que el flujo en la carpeta patrón y del diseño con los 4 porcentajes de reciclaje está entre 3 y 4mm cumpliendo con lo establecido en la norma que especifica que el flujo debe estar entre 3 y 4 mm. Para la estabilidad la norma establece que debe tener como mínimo 831 kg, por lo que el diseño de carpeta con el 10 y 20% de reciclaje no cumplen.

De la tabla 110 (Anexo B, pág. 129). Se comprueba que existe un ahorro del 10.8% en el costo de la producción de una mezcla asfáltica en caliente convencional, en comparación con la producción de la mezcla asfáltica con el 30% de RAP.

#### IV. DISCUSIÓN

- Según el primer objetivo se definió el diseño patrón de carpeta asfáltica, teniendo en cuenta los parámetros existentes en el MTC EG-2013, el espesor que se tomó para el diseño de la carpeta es de 3" establecido en la tesis de Paredes (2018), por lo que se hizo uso de la gradación MAC – 2, como se muestra en la tabla N° 11 Pag.37, esta gradación tiene como tamaño máximo del agregado una partícula de 3/4" usada para el diseño de carpeta de 3". El tipo de cemento asfáltico para el diseño se seleccionó teniendo en cuenta las normas de pavimentación, por lo cual se hizo uso de un cemento asfáltico PEN 60/70 usado en climas cálidos como la costa.
- Para determinar los porcentajes de agregados pétreos a utilizar en el diseño de carpeta asfáltica patrón, se realizaron previa gradación estimando varios valores hasta llegar al valor exacto que cumpla con la curva granulométrica que manda la norma, para lo cual se establecieron los siguientes porcentajes de agregados 35% de piedra chancada, 20% de arena chancada y 45% de área zarandeada, tal como lo concluyo en su investigación PAIVA (2013).
- El contenido de asfalto recuperado del pavimento asfáltico reciclado de una muestra representativa de 1275gr fue de 4.73%, que representa el 100% de asfalto de la muestra representativa, de la cual se obtuvieron los diferentes porcentajes de contenido de asfalto adicionales para los diseños de carpeta con en 10%, 20%, 30% y 40% de pavimento asfáltico reciclado.
- En la figura 01, se puede observar la cantidad de peso unitario que tiene el diseño patrón de mezcla asfáltica, y el diseño con 40% de RAP, de los cuales su peso unitario tiende a ascender conforme el contenido óptimo de asfalto va aumentando, de igual manera se puede observar una diferencia del peso unitario que hay en el diseño de la mezcla patrón en comparación con la mezcla hecha con pavimento asfáltico reciclado.
- En la figura 02 se tiene el % de vacíos de aire de los 5 diseños de mezcla, de los cuales se observa que a mayor porcentaje del contenido óptimo de asfalto

que puede contener la mezcla, el % de vacíos de aire disminuyen en los 5 diseños de mezcla, por lo que se puede decir que, a menor porcentaje de vacíos de aire en la mezcla, mayor es el contenido de asfalto como lo concluye en su investigación LOPEZ (2015)

- En la figura 03 se tiene una comparación de los porcentajes de agregado mineral y vacío de cemento asfáltico, donde se puede observar en ambos casos que los porcentajes de vacíos aumentan conforme aumenta el contenido de asfalto, pasando el mismo proceso en los diseños con pavimento asfáltico reciclado.
- De la figura 04 se observa el flujo y la estabilidad del diseño de mezcla patrón y el diseño de mezcla con 10%, 20%, 30% y 40% de RAP, el resultado del flujo del diseño de mezcla patrón y el diseño con reciclaje aumenta a mayor cantidad de contenido de asfalto, sucediendo lo mismo con la estabilidad, pero tiende a disminuir en ambos casos en comparación con la mezcla patrón.
- De la figura 06, se observa que el contenido óptimo de asfalto de la carpeta patrón es de un 5.8%, y el contenido óptimo de asfalto de los diseños con 10%, 20%, 30% y 40% de RAP varían del 5.7% al 5.9% de contenido de asfalto dando valores muy similares al del diseño patrón, también se observa el porcentaje de asfalto recuperado y % de asfalto nuevo a utilizar, siendo el 5.43% de cemento asfáltico nuevo a utilizar el más alto, el cual sirve para el diseño de carpeta con el 10% de RAP. Y el % más bajo de cemento asfáltico nuevo que se necesita es el de 3.81% para el diseño con el 40% de RAP.
- En la figura 07, se observa las propiedades del diseño de carpeta asfáltica patrón y con diferentes porcentajes de reciclaje, en los % de vacíos de aire la norma establece un rango de 3 a 5% y un % de vacíos de agregado mineral mayor al 14%, por lo que se puede determinar que el diseño patrón y los diseños con los 4 porcentajes de reciclaje cumplen con los % vacíos de aire a excepción del diseño con el 40% de RAP, que tiene un % de vacíos de 5.30%,

en lo que respecta al % de vacíos del agregado mineral todos los diseños se encuentran por encima del 14%.

- De la figura 09 se observa el flujo y la estabilidad de los diferentes diseños de carpeta, el diseño patrón cumple con el flujo y la estabilidad establecida por norma, la cual establece que el flujo de la mezcla debe estar entre 2 y 4 mm y tener una estabilidad mínima de 831kg. Los diseños de carpeta con los diferentes porcentajes de reciclaje de igual manera cumplen con el flujo ya que se encuentran con valores mayores a 3 y menores a 4mm, pero no todos cumplen con la estabilidad, siendo el diseño con el 30 y 40% los únicos que cumplen con la estabilidad requerida al tener 1145 y 1250 kg respectivamente
- Los resultados del diseño de carpeta patrón y diseño de carpeta con reciclaje muestran que, si se puede volver a utilizar el pavimento asfáltico reciclado para elaborar nuevas carpetas asfálticas, por lo que se tiene que analizar y establecer las proporciones necesarias y exactas de pavimento reciclado para un buen diseño de carpeta asfáltica, las cuales deben cumplir con los parámetros establecidos por norma.
- Se llegó a concluir que de los 4 porcentajes de pavimento asfáltico reciclado utilizados en el diseño de una nueva carpeta asfáltica el único que llegó a cumplir con todas las propiedades de la mezcla establecidas por la norma fue el diseño con el 30% de RAP, teniendo como resultados valores similares al de la carpeta patrón, y significando un ahorro significativo en el uso de agregados nuevos y cemento asfáltico.
- El diseño de carpeta asfáltica con el 30% de RAP, nos proporciona un ahorro del 14% de agregados gruesos y un 16% de agregados finos, y en lo que respecta al contenido de asfalto un ahorro significativo del 1.52%, cumpliendo el diseño de carpeta con reciclaje con todos los requisitos establecidos por el MTC EG – 2013 y por la norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

- De las figuras 7,8 y 9 se concluye que los diseños de mezcla con reciclaje del 10%, 20% y 40% no llegan a cumplir con los parámetros de diseño que establece la norma CE.010 de pavimentos urbanos, fallando en el porcentaje de vacíos de aire y la estabilidad Marshall de la mezcla.

## **V. CONCLUSIONES:**

1. Para el mejoramiento de la av. Mesones Muro se definió un diseño de carpeta convencional el cual será patrón de comparación con la carpeta diseñada con RAP, con las siguientes características, se diseñó para un espesor de carpeta asfáltica de 3” con una gradación de mezcla MAC – 2, para lo cual se requirió un 35% de grava chancada, 20% de arena chancada y 45% de arena zarandeada y un 5.8% de óptimo contenido de cemento asfáltico PEN 60/70.
2. Se identificaron las características del RAP, teniendo como resultado que la gradación de sus partículas por si solas no cumplen con el diseño MAC -2, por lo que se tienen que incorporar agregados nuevos para mejorar la gradación del diseño, de igual manera se obtuvo el óptimo contenido de asfalto recuperado, teniendo como resultado 4.73% de contenido de asfalto de una muestra de 1274.8 gr, el cual se puede volver a utilizar.
3. Se realizó un diseño de carpeta asfáltica con el 10%, 20%, 30% y 40% de RAP, siendo el diseño con el 30% de RAP, el que cumplió con todos los requisitos que establecen las normas EG – 2013 y la CE.010 Pavimentos Urbanos. Teniendo un ahorro en el porcentaje de agregados nuevos del 14% de agregados gruesos y el 16% de agregados finos y un 1.52% de cemento asfáltico.
4. De la comparación de costos que se obtuvieron en la producción de mezcla asfáltica patrón con el diseño de mezcla con el 30% de RAP, se concluye que hay un ahorro del 10.8% del costo total de la mezcla patrón, comprobando de esa manera que el uso del RAP reduce significativamente los costos de producción en la elaboración de carpetas asfálticas.



## **VI. RECOMENDACIONES.**

Es recomendable que los ensayos realizados en el laboratorio a los materiales intervinientes y al diseño de mezcla tanto patrón como el diseño con pavimento reciclado (RAP), lo realice una sola persona con la finalidad de obtener óptimos resultados sin que estos varíen por las diferentes maneras de trabajo de los laboratoristas.

Se recomienda que para realizar diseños de mezcla con pavimentos asfálticos reciclados (RAP), inicialmente se realice una caracterización del mismo del cual se obtenga una gradación que cumplan con las normas establecidas, de igual manera se debe obtener el contenido óptimo de asfalto de la mezcla reciclada. Esto se debe realizar con el fin de determinar las proporciones exactas y adecuadas de los materiales intervinientes.

Cuando se tenga porcentajes bajos de asfalto presentes en el RAP, es aconsejable utilizar adiciones de un 40% de pavimento reciclado en la nueva mezcla asfáltica, y que el cemento asfáltico nuevo tenga una proporción mayor que la establecida en la mezcla para que así se disminuya el porcentaje de vacíos y aumente el flujo.

Se recomienda que todos los ensayos realizados en laboratorio para el diseño de mezcla sean revisados exhaustivamente para que no afecten la vida útil y el desempeño que deben de tener las carpetas asfálticas, todo esto se realiza con la finalidad de que se obtengan resultados óptimos que cumplan con las normas de pavimentaciones.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.**

1. BUITRAGO, Juan. (2016). Caracterización del RAP e identificación de su influencia en el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente. (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
2. Galván, Luis. (2015). Criterios de análisis y diseño de una mezcla asfáltica en frío con pavimento reciclado y emulsión asfáltica (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
3. Ministerio de Transporte y Comunicación (2013). Manual de carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para construcción. Lima, Perú.
4. RODRÍGUEZ, Carmen y RODRÍGUEZ, José. (2004). Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles por el método del reciclaje. (Tesis de pregrado). Universidad de el Salvador. San Salvador.
5. FERNÁNDEZ, Miguel. (2010). Estudio definitivo y ejecución del proyecto Conococha - Yanacancha, reciclado con asfalto espumado. (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
6. TAFUR, Nancy. (2008). Criterios de evaluación para reciclado de mezclas asfálticas. Aplicación a la carretera san mateo - la oroya tramo 111. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
7. ORELLANA, Susana. (2016). Análisis del comportamiento y beneficios de las mezclas asfálticas tibias. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
8. MOLERO. Andrea. (2014). Propuesta para el control de calidad de materiales y mezclas asfálticas provenientes de reciclaje en frío in situ. (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Urdaneta. Caracas, Venezuela.

9. PAIVA, German y RAMOS, Greysi. (2013). Reciclado de pavimentos asfálticos y su reutilización para el diseño de mezcla de asfalto en caliente. (Tesis de pregrado). Chiclayo, Perú.
10. MENDEZ, Angélica. (2015). Evaluación técnica y económica del uso de pavimento asfáltico reciclado (rap) en vías colombianas. (Tesis de pregrado). Bogotá, Colombia.
11. Apuntes sobre diseño de mezclas asfálticas [En línea]. 25 de junio de 2017 [Citado el: 08 de julio de 2018.]. Disponible en [https://civilgeeks.com/2015/11/13/apuntes-sobre-diseno-de-mezclas asfálticas/](https://civilgeeks.com/2015/11/13/apuntes-sobre-diseno-de-mezclas-asfalticas/)
12. Introducción al reciclado de pavimentos asfálticos [En línea]. 20 de junio de 2014 [Citado el: 09 de julio de 2018.]. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6624/06.pdf?sequence=7>
13. RESTREPO, Héctor y STEPHENS, Cesar. (2015). Estudio de las ventajas económicas del reciclaje de pavimentos asfálticos. (Tesis de pregrado). Medellín, Colombia.
14. AVILA, Marcelo (2017). Estimación de la resistencia a la fatiga de mezcla asfáltica en caliente con 8 % de rap mediante ensayo de flexión en cuatro puntos. (Tesis de pregrado). Valparaíso, Chile.
15. RECICLADO DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE, «[HTTPS://UPCOMMONS.UPC.EDU/BITSTREAM/HANDLE/2099.1/6270/06. PDF,](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6270/06.pdf)» [En línea].
16. Quesada Vallejo. 2009. 2.1 Introducción Reciclado de Pavimentos. UPC. 03 Mayo 2013. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6624/7/06.pdf>.
17. Evaluación de mezclas asfálticas reciclables con aditivos: Una alternativa de reducción de impactos económicos y ambientales. [En línea]. 05 de octubre de

2012 [Citado el: 09 de julio de 2018.]. Disponible en <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/119>

18. Recalcado de pavimentos asfálticos. [En línea]. 05 de diciembre de 2012. [Citado el: 01 de julio de 2018.]. Disponible en <http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/26C518BE-1802-4803-82B1-FBE634B03B03/119932/RECICLADODEPAVIMENTOSASFALTICOS.pdf>
19. TAFUR, Nancy. (2008). Criterios de evaluación para reciclado de mezclas asfálticas. Aplicación a la carretera san mateo - la oroya tramo 111. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
20. Restrepo, Albeiro. (2015). Estudio de las ventajas económicas del reciclaje en frío in situ de pavimentos asfálticos. (Tesis de Pregrado). Universidad de Medellín - Colombia
21. HERNANDEZ, Pablo. (2014). Evaluación del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas utilizando pavimento reciclado, ligantes hidráulicos y emulsiones asfálticas. (Tesis de pregrado). Universidad nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
22. FERNÁNDEZ, Miguel. (2010). Estudio definitivo y ejecución del proyecto Conococha - Yanacancha, reciclado con asfalto espumado. (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
23. FLOR Gisela. (2012). Aprovechamiento de hormigón reciclado en obras viales. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de La Plata. Argentina
24. Introducción al reciclado de pavimentos asfálticos [En línea]. 20 de junio de 2014 [Citado el: 09 de julio de 2018.]. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/6624/06.pdf?sequence>
25. PAREDES, Elita. (2018). “Propuesta técnica económica para mejorar resistencia de subrasante mediante aplicación de geomallas en av. mesones muro 0+000 -

2+066 km – Chiclayo. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú

26. Norma Técnica de Pavimentos Urbanos CE.010

27. Estela, Jose (2016). Evaluación del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas utilizando pavimento reciclado y asfalto espumado. (Tesis de pregrado). Universidad de Granada.

28. Sánchez. Miguel. (2015). Propuesta para el control de calidad de materiales y mezclas asfálticas provenientes de reciclaje en caliente. (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Urdaneta. Caracas, Venezuela.

29. Galván, Luis. (2015). Criterios de análisis y diseño de una mezcla asfáltica en frío con pavimento reciclado y emulsión asfáltica (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

30. PAIVA, German y RAMOS, Greysi. (2013). Reciclado de pavimentos asfálticos y su reutilización para el diseño de mezcla de asfalto en caliente. (Tesis de pregrado). Chiclayo, Perú.

## ANEXOS

### ANEXO A: DETERMINACION DEL ESPESOR DE LA CARPETA ASFALTICA.

Para la determinación del espesor de la carpeta asfáltica y su posterior diseño con 4 porcentajes de pavimento asfáltico reciclado (RAP), se tomó como referencia los datos de los resultados obtenidos en la tesis de Paredes, (2018, P.27), quien realizó un diseño de pavimento con geomallas obteniendo como resultados un espesor de carpeta asfáltica de 3", que se muestran a continuación.

**Figura10: Diseño de pavimento**

Pavement Optimization Design Analysis - Data Input

Results

Select Material Layers Used in Unstabilized Pavement Section

Layer Name	Material Description	Thickness (in)	Layer Coeff.	Drainage Factor
ACC1	Asphalt Wearing Course	3.00	0.420	
None				
None				
ABC	Aggregate Base Course	8.00	0.140	1.0
SBC	Subbase Course	10.50	0.120	1.0

Select Material Layers Used in Stabilized Pavement Section

Layer Name	Material Description	Thickness (in)	Layer Coeff.	Drainage Factor	TriAx Geogrid
ACC1	Asphalt Wearing Course	3.00	0.420		
None					
None					
MSL	Mechanically Stabilized Base Course	6.00	0.140	1.0	TX5
SBC	Subbase Course	7.00	0.120	1.0	

Geogrid Overlap for Base Course (ft) 1.0 Recommended

[Target Traffic \(ESALs\)](#) 2392289.07  
[Reliability \(%\)](#) 90  
 Standard Normal Deviate -1.282  
 Standard Deviation 0.45  
[Subgrade Resilient Modulus \(psi\)](#) 9750  
[Serviceability](#) Initial 4.2  
 Terminal 2.2  

Soft Subgrade Stabilization Analysis...

☐ With Subgrade Stabilization
 ☒ Without Subgrade Stabilization

Pavement Optimization Design Analysis - Data Input

Results

Unstabilized Pavement

Layer	Di	ai	mi	SN
ACC1	3.00	0.420	N/A	1.260
ABC	8.00	0.140	1.0	1.120
SBC	10.50	0.120	1.0	1.260
Overall Structural Number (SN)				3.640
Calculated Traffic, ESALs				3,015,000

Stabilized Pavement

Layer	Di	ai	mi	SN
ACC1	3.00	0.420	N/A	1.260
MSL	6.00	0.273	1.0	1.638
SBC	7.00	0.120	1.0	0.840
Overall Structural Number (SN)				3.738
Calculated Traffic, ESALs				3,593,000

[Target Traffic \(ESALs\) = 2,392,289](#)  
☒ Round Results  

Click Here to Conduct Pavement Optimization Cost Analysis

Thickness (in)

ACC1 3.00

ABC 8.00

SBC 10.50

ACC1

ABC

SBC

Thickness (in)

ACC1 3.00

MSL 6.00

SBC 7.00

ACC1

MSL

SBC

TX5

Fuente: Tesis de Paredes, (2018, P.27)

Como se puede apreciar en la figura 01 el resultado obtenido por Paredes, (2018, P.27). En su tesis titulado “PROPUESTA TÉCNICA ECONÓMICA PARA MEJORAR RESISTENCIA DE SUBRASANTE MEDIANTE APLICACIÓN DE GEOMALLAS EN AV. MESONES MURO 0+000 -2+066 KM CHICLAYO” nos muestra un espesor de carpeta de 3 pulgadas, el cual se ha tomado de referencia para realizar el diseño de carpeta con el 10%,20%,30% y 40% de pavimento asfáltico reciclado (RAP).

Una vez determinado el espesor de la carpeta se procedió a realizar el diseño de la mezcla para la carpeta asfáltica con porcentajes de reciclaje teniendo en cuenta la norma CE. 010 Pavimentos Urbanos y el MTC EG-2013.

## **1. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS COMPONENTES:**

Según el EG-2013, los componentes de una mezcla asfáltica en caliente deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos.

### **1.1. Especificaciones de los Agregados gruesos.**

El agregado grueso debe cumplir con los siguientes requerimientos:

**Tabla 09: Requerimiento para los Agregados Gruesos**

<b>Ensayos</b>	<b>Norma</b>	<b>Requerimiento</b>
<b>Durabilidad (al sulfato de Magnesio)</b>	MTC E 209	18% máx.
<b>Abrasión Los Ángeles</b>	MTC E 207	40% máx.
<b>Adherencia</b>	MTC E 517	+95
<b>Partículas chatas y alargadas</b>	MTC E 221	10% máx.
<b>Caras Fracturadas</b>	MTC E 210	85/50
<b>Sales Solubles Totales</b>	MTC E 219	0.5% máx.
<b>Absorción</b>	MTC E 206	1% máx.

**Fuente: MTC EG-2013**

## 1.2. Especificaciones de los Agregados finos.

Los agregados finos deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

**Tabla 10: Requerimiento para los Agregados Finos**

Ensayos	Norma	Requerimiento
Equivalente de Arena	MTC E 209	18% máx.
Angularidad del agregado fino	MTC E 207	40% máx.
Índice de Plasticidad (malla N° 40)	MTC E 517	+95
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 221	10% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 210	85/50
Índice de Plasticidad (malla N° 200)	MTC E 219	0.5% máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 206	1% máx.
Absorción	<b>MTC E 205</b>	<b>0.5% máx.</b>
Adhesividad (Riedel weber)	<b>MTC E 220</b>	<b>4 min.</b>

Fuente: MTC EG-2013

## 1.3. Tipo de Gradación para el diseño de mezcla:

La gradación utilizada en el presente diseño de mezcla asfáltica en caliente es la correspondiente al tipo (MAC – 2).

**Tabla 11: Gradación MAC – 2 para el diseño de carpeta**

Tamiz	% que pasa	Variación permisible en % del peso de los áridos
	MAC - 2	
19.0 mm (3/4")	100	± 5
12.5 mm (1/2")	80 - 100	± 5
9.50 mm (3/8")	70 - 88	± 5
4.75 mm (N° 4)	51 - 68	± 5
2.00 mm (N° 10)	38 - 52	± 4
425 mm (N° 40)	17 - 28	± 3
180 mm (N° 80)	8 - 17	± 3
75 mm (N° 200)	4 - 8	± 2

Fuente: MTC EG-2013



#### 1.4. Especificaciones del Cemento asfáltico:

El cemento asfáltico utilizado es PEN 60/70, el cual debe cumplir con los siguientes requisitos.

**Tabla 12: Especificaciones del cemento Asfáltico PEN 60/70**

Ensayo	Norma	Requerimiento
Penetración a 25°C, 100g, 5s, 0.1 mm	MTC E 304	60 - 70
Punto de inflamación, °C	MTC E 312	Min. 232
Ductilidad, 25°C, 5cm/mm, cm	MTC E 306	Min. 100
Solubilidad en cloro – etileno, %	MTC E 302	Min. 99
Solvente Nafta	ASHTO M 20	negativo

Fuente: MTC EG-2013

#### 1.5. Especificaciones de la Mezcla asfáltica

La mezcla asfáltica resultante debe tener las siguientes propiedades, según el MTC EG – 2013, las cuales se muestra a continuación.

**Tabla 13: Especificaciones de la mezcla asfáltica**

Agregados	Diseño MAC - 2
Marshall (MTC E 504)	-
Compactación, numero de golpes en cada lado	75
Estabilidad mínimo	831 kg
Flujo 0.01”(0.25mm)	2 – 4, (8 – 14)
Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)	3 - 5
Vacíos en el agregado mineral VMA	Min. 14%
Relación estabilidad/flujo (kg/cm)	1700 - 4000

Fuente: MTC EG-2013

## **2. ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO.**

A continuación, se presentan los resultados del diseño de la mezcla asfáltica en caliente con PEN 60/70 (Diseño patrón), y los resultados del diseño de la mezcla asfáltica con PEN 60/70 y RAP, para la cual se hizo uso de la metodología Marshall. También se presentan los ensayos realizados a los materiales que componen una mezcla asfáltica patrón y una mezcla asfáltica con RAP.

Los ensayos para la mezcla asfáltica comprenden los ensayos realizados a los agregados que conforman la mezcla asfáltica y los ensayos con la mezcla asfáltica propiamente dicho, los cuales se realizaron teniendo en cuenta las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras MTC EG – 2013.

La mezcla asfáltica en caliente (carpeta asfáltica), estará compuesto de agregados minerales gruesos, finos, material bituminoso y un aditivo de mejorador de adherencia tipo amina.

### **2.1. Ensayos realizados al agregado grueso.**

- **MATERIAL** : Grava Chancada T. Max. <3/4"
- **CANTERA** : Tres Tomas
- **UBICACIÓN** : Ferreñafe

#### **2.1.1. Análisis granulométrico del agregado grueso.**

El objetivo principal de realizar este ensayo es el de separar las partículas del agregado mediante una serie de tamices, para luego diseñar la curva granulométrica.

Este ensayo de granulometría del agregado grueso se realizó teniendo en cuenta las normas (MTC E204), (ASTM C136), (AASHTO T27), se ensayó una muestra de 10361 gramos. El procedimiento con el cual se realizó el análisis granulométrico fue el siguiente:

- a) La muestra tiene que ser secada al aire libre.
- b) Se obtiene el peso de la muestra seca ( $W_{ms}$ ).
- c) Se pasa la muestra seca por el juego de tamices agitando en forma manual.

- d) Se determinan los porcentajes retenidos parciales (%RP) de los diferentes pesos retenidos en los tamices, con la formula siguiente:

$$\%RP = \frac{PR}{W_{ms}} \times 100$$

- e) Se determinan los porcentajes retenido acumulado (%RA), para lo cual se suman los porcentajes retenidos en forma progresiva.

$$\%RA1 = \%RP1$$

$$\%RA2 = \%RA1 + \%RP2$$

$$\%RA3 = \%RA2 + \%RP3$$

- f) Se determinan los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

$$\%Pasa = 100\% - \%RA$$

- g) Se grafica la curva granulométrica para determinar si los agregados cumplen con los parámetros establecidos para el diseño de mezcla en caliente.

**TABLA 14: GRANULOMETRÍA FINAL DE LA PIEDRA CHANCADA**

Tamiz ASTM	ASSHTO T27 mm	Peso Retenido (gr) (PR)	% Retenido Parcial (%RP)	% Retenido Acumulado	% que pasa
1"	25.400	-	-	-	-
3/4"	19.050	-	-	-	100.00
1/2"	12.700	5221	50.40	50.40	49.60
3/8"	9.525	2978	28.70	79.10	20.90
N°4	4.750	2035	19.60	98.70	1.30
N°10	2.000	112	1.10	99.80	0.20
N°16	1.190	15	0.10	100.00	0.00
TOTAL ( $W_{ms}$ )		10361	100.00	-	-

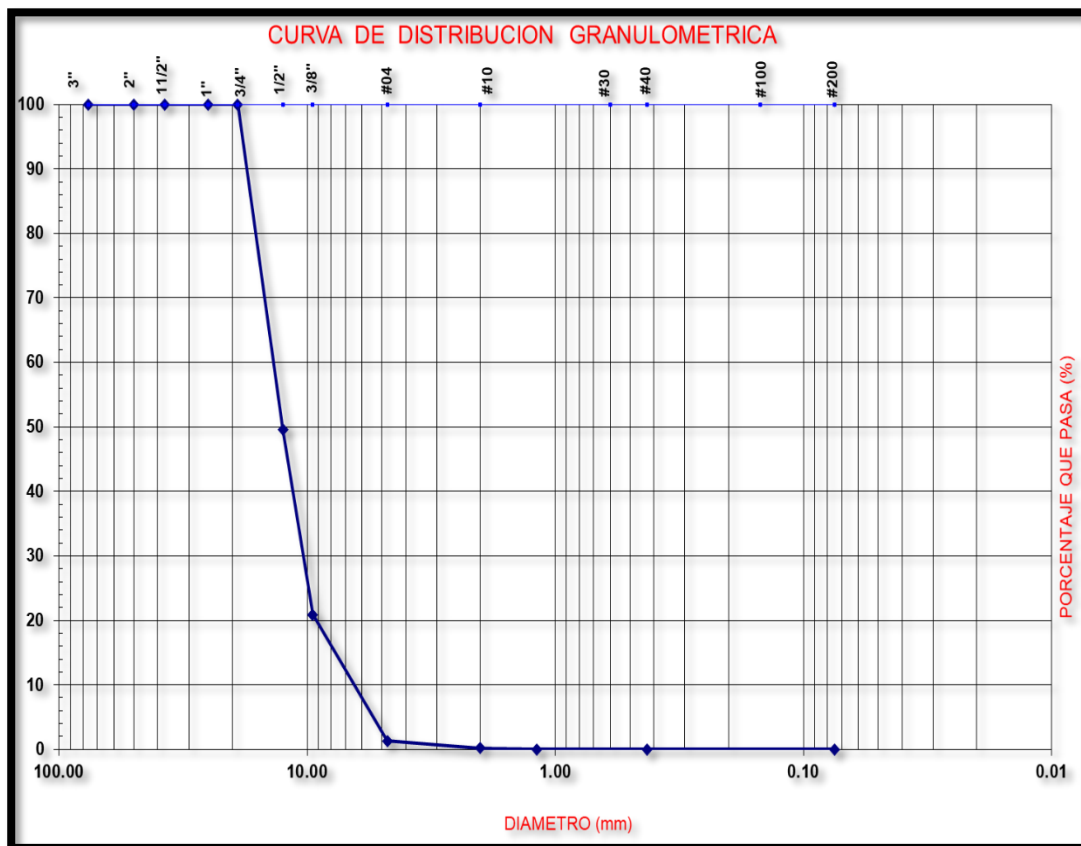


Figura 05: Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: Elaborado por el investigador.

En la Figura 01, se observa el resultado de la curva granulométrica del agregado grueso, la cual cumple con los parámetros establecidos para el diseño de mezcla asfáltica en caliente obteniéndose un resultado del tamaño máximo del agregado de 3/4".

### 2.1.2. Durabilidad al sulfato de magnesio - MTC E 209.

El objetivo principal de este ensayo es determinar la resistencia del agregado al deterioro por la acción de diversos agentes climáticos que influyen en la vida útil del pavimento. Para realizar este ensayo se siguieron los siguientes pasos:

- Se sumergió la muestra del agregado en la solución de magnesio, la cual permaneció saturado por un periodo de 18 horas.

- b) Se lavaron las muestras para posteriormente secarlas en el horno a una temperatura de 110°C y volverlas a tamizar para registrar los pesos y el porcentaje de pérdida corregida.
- c) La muestra del agregado grueso debe tener como mínimo el peso indicado en la tabla siguiente:

**Tabla 15: Pesos mínimos del agregado grueso**

TAMICES MM (PULGADAS)			PESO (g)
<b>Compuesto de material:</b> de 4.75 mm a 9.5 mm de 9.5 mm a 19.0 mm	(N° 4 a 3/8") (3/8" a 3/4")		<b>300 ± 5</b> <b>1000 ± 10</b>
<b>Compuesto de material:</b> de 9.5 mm a 12.5 mm de 12.5 mm a 19.0 mm de 19.0 mm a 37.5 mm	(3/8" a 3/4") (1/2" a 3/4") (3/4" a 1 1/2")	33% 67%	330 ± 5 670 ± 10 5000 ± 300
<b>Compuesto de material:</b> de 19.0 mm a 25.0 mm de 25.0 mm a 37.5 mm de 37.5 mm a 63 mm	(3/4" a 1") (1" a 1/2") (1 1/2" a 2 1/2")	33% 67%	500 ± 30 1000 ± 50 5000 ± 300
<b>Compuesto de material:</b> de 37.5 mm a 50 mm de 50 mm a 63 mm	(1 1/2" a 2") (3/8" a 3/4")	40% 40%	2000 ± 200 3000 ± 300
<b>Tamices mayores obtenidos en Incrementos de 25 mm (1")</b>	7000 ± 1000		

Fuente: MTC E 209 - 2000

- d) Se calcularon los pesos retenidos después del ensayo y el porcentaje de pérdida corregida.

**Tabla 16: Inalterabilidad de los agregados gruesos. Solución MgSO4 NA2**

PASA EL TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	GRADACION ORIGINAL % (A)	PESO DE LA FRACCION ENSAYADA (B)	PESO RETENIDO DESPUES DEL ENSAYO (C)	PERDIDA CORREGIDA % (C x A)/100
1 1/2"	1"	-	-	-	-
1"	3/4"	-	-	-	-
3/4"	3/8"	0.0	1.000	21.3	0.0
3/8"	N° 4	28.7	300	27.8	8.0
<	N°4	19.6	-	-	-
<b>TOTALES</b>		<b>48%</b>	-	-	<b>8.0%</b>

Fuente: Elaborado por el investigador.

**(B) Peso Opcional de acuerdo a la tabla**

**(D) % Perdidas corregidas = (C) x (A) / 100**

Del resultado obtenido de la tabla anterior se puede observar que el porcentaje de pérdida corregida de la durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso es del 8% estando dentro del límite establecido por la Norma MTC E 209, la cual establece como requerimiento un 18% como máximo.

### **2.1.3. Resistencia a la abrasión - MTC E 207.**

El objetivo de este ensayo es la determinación de la resistencia a la degradación del agregado grueso, utilizando la máquina de los Ángeles, para lo cual se siguió el procedimiento siguiente:

- a) Se hizo el tamizado de la muestra para separar las fracciones.
- b) Se procedieron a lavar las muestras separadas por los tamices para luego ser secadas al horno a una temperatura de 110°C.
- c) De acuerdo a la tabla 35 se eligió el tipo de gradación más parecida al agregado que se va a utilizar en obra, en este ensayo se eligió la gradación "B"
- d) La muestra del agregado fue introducida a la máquina de los Ángeles Junto con 11 esferas para realizar el respectivo ensayo.
- e) Se calculó el porcentaje de desgaste del agregado mediante la siguiente formula:

$$\%DESG = \frac{P.inicial - P.retenido\ malla\ N^{\circ}12}{P.inicial}$$

**Tabla 17: Gradaciones de los agregados para ensayo de abrasión**

Mallas		Masa por tamaño Indicado (g)			
Pasante	Retenido	Graduación			
		A	B	C	D
1 1/2"	1"	1 250	-	-	-
1"	3/4"	1 250	-	-	-
3/4"	1/2"	1 250	2 500	-	-
1/2"	3/8"	1 250	2 500	-	-
3/8"	1/4"	-	-	2 500	-
1/4"	N°4	-	-	2 500	-
N°4	N°8	-	-	-	5 000
TOTAL		5 000	5 000	5 000	5 000
N° de esferas		12	11	08	06

Fuente: ASTM C 131

**Tabla 18: Resistencia a la abrasión en la Máquina de Ángeles**

GRADACION "B" (N° DE ESFERAS: 11)					
TAMAÑO DE MALLAS		Peso Inicial (A) (gr)	Retenido en malla N° 12 (B)	Que pasa la malla N°12 (gr)	% Desgaste por Abrasión ((A – B)/A)*100
PASA	RETIENE				
1 1/2"	1"	-	-	-	-
1"	3/4"	-	-	-	-
3/4"	1/2"	2500	-	-	-
1/2"	3/8"	2500	-	-	-
PESO TOTAL		5000	3784	216	24.3 %

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la tabla 36 se observa que el porcentaje promedio de desgaste del agregado grueso es de un 24.3%, estando por debajo del requerimiento máximo que es del 40% establecido en la norma MTC E 207.

#### 2.1.4. Ensayo de adherencia norma MTC E 517.

Tabla 19: Ensayo de adherencia

Método de Ensayo	Ensayo con Aditivo	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA: QUIMBOND 3000							Especificaciones
		% 0.30	% 0.40	% 0.50	% 0.60	% 0.70	% 0.80	Asfalto Temperatura de ensayo °C	
AASHTO T – 182 (ASTM D-1664)	+95			+95				90°	+ 95

Fuente: Elaborado por el investigador.

#### 2.1.5. Porcentaje de partículas chatas y alargadas norma MTC E 221.

El objetivo de este ensayo es el de determinar el porcentaje de partículas chatas y alargadas con el fin de que en la mezcla no se tenga elevadas proporciones de este material ya que interfiere en la compactación de la carpeta.

Para poder realizar este ensayo es necesario que la muestra representativa esté libre de impurezas y previo secado en el horno a 100°C.

Se considera chata a las partículas cuyo espesor es menor a la abertura del brazo menor del equipo de ensayo, y larga cuando el ancho de las partículas suele ser menor que la abertura del brazo menor del equipo de ensayo.



**Tabla 20: INDICE DE APLANAMIENTO (PARTICULAS CHATAS)**

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESOS EN GRANOS		PORCENTAJE DE LAS CHATAS $C=(B/A)*100$	PORCENTAJE PARCIAL (D)	PROMEDIO DE PARTICULAS CHATAS (E= C x D)
PASA TAMIZ	RETIE NE TAMIZ	MUESTR A TOTAL (A)	PARTICUL AS CHATAS (B)			
1 1/2"	1"	-	-	-	-	-
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	400	13.6	3.4	38.1	129.5
1/2"	3/8"	350	12.6	3.6	33.3	120.0
3/8"	1/4"	300	12.1	4.0	28.6	115.2
TOTAL		1050	38.3		100	364.8
% PARTICULAS CHATAS ( $\Sigma E/\Sigma D$ ) = 3.6 %						

Fuente: Elaborado por el investigador.

**Tabla 21: INDICE DE ALARGAMIENTO (PARTICULAS ALARGADAS)**

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESOS EN GRANOS		PORCENTAJE DE LAS CHATAS $C=(B/A)*100$	PORCENTAJE PARCIAL (D)	PROMEDIO DE PARTICULAS CHATAS (E= C x D)
PASA TAMIZ	RETIE NE TAMIZ	MUESTR A TOTAL (A)	PARTICUL AS CHATAS (B)			
1 1/2"	1"	-	-	-	-	-
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	400	19.7	4.93	38.1	187.6
1/2"	3/8"	350	17.2	4.91	33.3	163.8
3/8"	1/4"	300	15.6	5.20	28.6	148.6
TOTAL		1050	52.5	-	100	500
% PARTICULAS ALARGADAS ( $\Sigma E/\Sigma D$ ) = 5.0 %						

Fuente: Elaborado por el investigador.

## CONCLUSION:

De los resultados de las tablas 13 y 14 se llegó a la conclusión que el porcentaje de partículas chatas y alargadas es de un 8.6%, cumpliendo con lo establecido en la norma del MTC E 221, la cual establece un 10% como máximo para partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

### 2.1.6. Determinación de caras fracturadas - norma MTC E 210.

El propósito de este ensayo es que los agregados intervinientes en el diseño de una carpeta asfáltica tengan estabilidad y buena textura para el pavimento, ya que de alguna manera la forma que tienen los agregados puede que afecten su trabajabilidad durante su colocación. Para realizar el presente ensayo se tomó una muestra de 1500g y se sacaron los siguientes porcentajes:

$$a) \% \text{Caras Fract.} = \frac{\text{Caras Fracturadas}}{\text{P.muestra}} \times 100$$

$$b) \% \text{Parcial} = \frac{\text{P.muestra}}{\text{P.total muestra}} \times 100$$

$$c) \text{Prom. Caras Fract.} = \% \text{Caras Frac.} \times \% \text{Parcial}$$

**Tabla 22: Resultado de las partículas con dos o más caras fracturadas**

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO MUESTRA (g) (A)	CARAS FRACTURADAS (B)	%CARAS FRACTURADAS C = B/A *100	% PARCIAL D	PROM. CARAS FRACTURADAS E = C x D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
11/2"	1"	-	-	-	-	-
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	1200	1190	99.17	80	79.33
1/2"	3/8"	300	280	93.33	20	1867
TOTAL		1500	-	-	100	9800
% CON DOS O MAS CARAS FRACTUADAS (ΣE/ΣD) = 98.0 %						

Fuente: Elaborado por el investigador

**Tabla 23: Resultado de las partículas con una cara fracturada**

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	CARAS FRACTURADAS	% DE CARAS FRACTURADAS C = B/A *100	% PARCIAL D	PROM. DE CARAS FRACTURADAS E = C x D
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
11/2"	1"	-	-	-	-	-
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	1200	1135	94.58	80	7567
1/2"	3/8"	300	282	94	20	1880
TOTAL		1500	-	-	100	9447
% CON UNA CARA FRACTUADA (ΣE/ΣD) = 94.5 %						

Fuente: Elaborado por el investigador.

### 2.1.7. Contenido de sales solubles - norma MTC E – 219.

Este ensayo tiene como objetivo determinar las sales solubles que puedan contener los agregados empleados en mezclas bituminosas. Las muestras de los agregados se someten a lavados con agua destilada para detectar la presencia de sales mediante reactivos químicos.

**Tabla 24: SALES SOLUBLES**

MUESTRA	IDENTIFICACION		PROMEDIO
	1	2	
(1) Peso Tarro (Biker 250 ml.) Pyres	100.74	98.32	-
(2) Peso Tarro + agua + Sal	130.74	138.32	-
(3) Peso Tarro Seco + Sal	100.76	98.35	-
(4) Peso de Sal (3 – 1)	0.02	0.03	-
(5) Peso de Agua (2 – 3)	30.00	40.00	-
(6) Porcentaje de Sal	0.07	0.08	0.07

Fuente: Elaborado por el investigador

### 2.1.8. Gravedad específica y absorción - norma MTC E – 206.

Para realizar el ensayo de absorción se tiene que tomar una muestra representativa del agregado previo cuarteo, la cual se saturo durante un periodo de 24 horas. Después se colocó en el molde cónico apisonando suavemente con la varilla de apisonado 25 veces.

Posteriormente se pasó a colocar en los frascos las muestras representativas de 600 gr, 620 gr y 630 gr respectivamente para ser llenados con agua y posteriormente sumergido en agua a una temperatura de 23°C.

Luego se determinó los diferentes pesos que a continuación se detallan en la tabla siguiente:

**Tabla 25: ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

AGREGADO GRUESO					
IDENT .	DESCRIPCION	MUESTRAS			PROMEDIO
		1	2	3	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	600	620	630	-
B	Peso Frasco + agua	376	388	395	-
C	Vol. de masa + Vol. vacío = A – B (gr)	224	232	235	-
D	Peso Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	596	616	626	-
E	Vol. de masa = C – (A – D) (gr)	220	228	231	-
F	Pe bulk (Base Seca) = D/C	2.662	2.653	2.664	2.660
G	Pe bulk (Base Saturada) = A/C	2.679	2.672	2.681	2.667
H	Pe aparente (Base Seca) = D/E	2.707	2.705	2.710	2.707
I	% de absorción = ((A – D) / D*100)	0.62	0.71	0.64	<b>0.66%</b>

Fuente: Elaborado por el investigador.

**Tabla 26: Resumen de los resultados de Agregado Grueso**

Ensayos	Resultado	Requerimiento	Conclusión
<b>Durabilidad</b>	8%	18% Max	<b>ok</b>
<b>Abrasión los Ángeles</b>	24.3%	40% Max	<b>ok</b>
<b>Adherencia</b>	+95	+95	<b>ok</b>
<b>Partículas chatas y alargadas</b>	8.6%	10% Max	<b>ok</b>
<b>Caras fracturadas</b>	98/94	85/50	<b>ok</b>
<b>Sales solubles totales</b>	0.07%	0.5% Max.	<b>ok</b>
<b>Absorción</b>	0.66%	1% máx.	<b>ok</b>

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la tabla anterior podemos concluir que todos los ensayos realizados al agregado grueso de acuerdo a la norma del MTC EG 2013 para el diseño de mezclas asfálticas en caliente cumplen satisfactoriamente con todos los parámetros establecidos en la norma.

## 2.2. Ensayos realizados al agregado fino.

- **MATERIAL:** Mezcla 20% Arena Chancada + 45 % Arena Zarandeada
- **CANTERA:** Tres Tomas
- **UBICACIÓN:** Ferreñafe

### 2.2.1. Análisis Granulométrico del agregado fino (ASTM C – 136)

El objetivo principal de realizar este ensayo es el de separar las partículas del agregado mediante una serie de tamices, para luego diseñar la curva granulométrica.

Este ensayo de granulometría del agregado fino se realizó teniendo en cuenta las normas (MTC E204), (ASTM C136), (AASHTO T27), se ensayó una muestra de 500 gramos. El procedimiento con el cual se realizó el análisis granulométrico fue el siguiente:

- a) La muestra tiene que ser secada al aire libre.
- b) Se obtiene el peso de la muestra seca ( $W_{ms}$ ).
- c) Se pasa la muestra seca por el juego de tamices agitando en forma manual.
- d) Se determinan los porcentajes retenidos parciales (%RP) de los diferentes pesos retenidos en los tamices, con la formula siguiente:

$$\%RP = PR / W_{ms} \times 100$$

- e) Se determinan los porcentajes retenido acumulado (%RA), para lo cual se suman los porcentajes retenidos en forma progresiva.

$$\%RA1 = \%RP1$$

$$\%RA2 = \%RA1 + \%RP2$$

$$\%RA3 = \%RA2 + \%RP3$$

- f) Se determinan los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz.

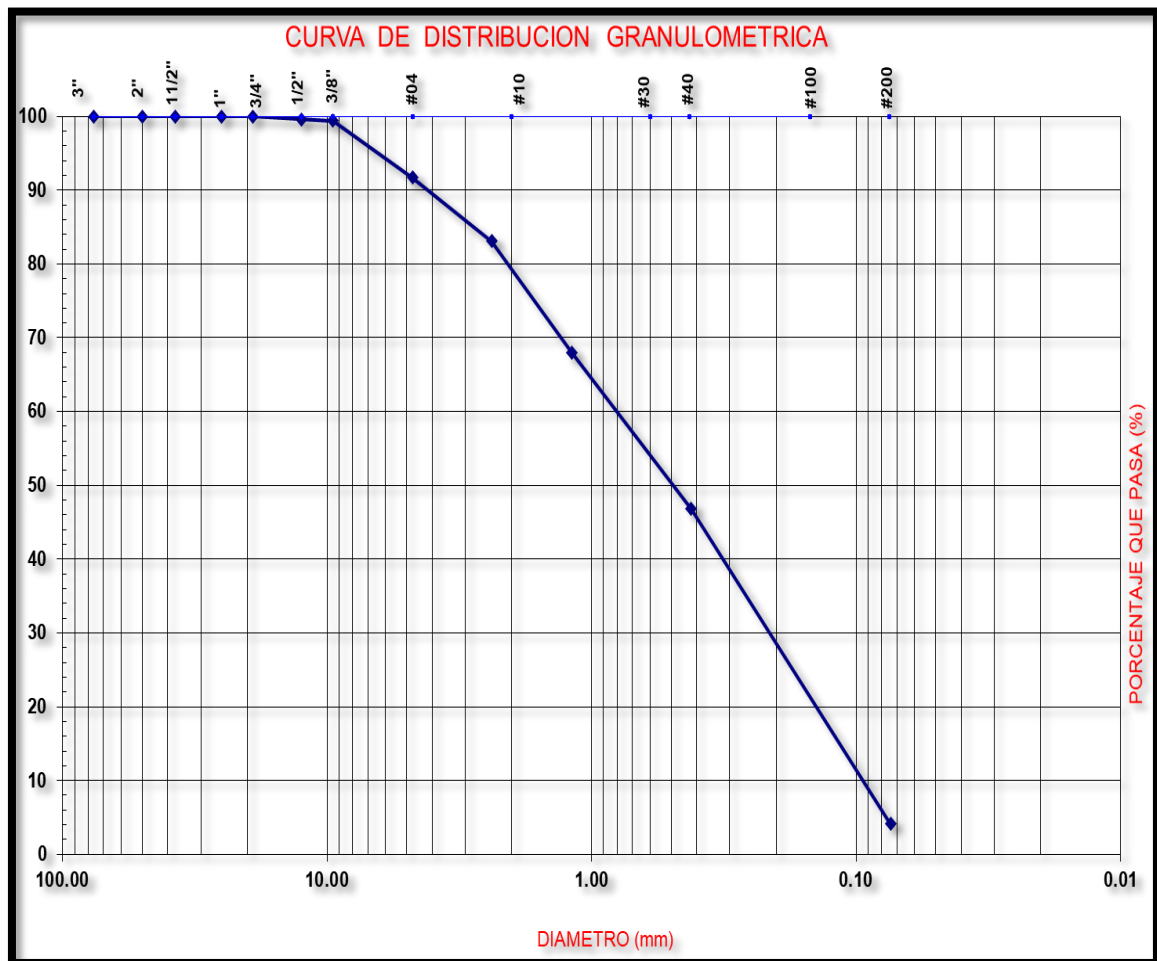
$$\%Pasa = 100\% - \%RA$$

- g) Se grafica la curva granulométrica para determinar si los agregados cumplen con los parámetros establecidos para el diseño de mezcla en caliente.

**Tabla 27: Granulometría del agregado fino**

Tamiz ASTM	Abertura mm	Gramos	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1/2"	12.700	5221	50.40	50.40	49.60
3/8"	9.525	2978	28.70	79.10	20.90
N°4	4.750	2035	19.60	98.70	1.30
N°10	2.000	112	1.10	99.80	0.20
N°16	1.190	15	0.10	100.00	0.00
TOTAL		10361	100.00	-	-

Fuente: Elaborado por el investigador.



**Figura 06: Curva granulométrica del agregado fino**

Fuente: Elaborado por el investigador.

En la **Figura 06**, se observa el resultado de la curva granulométrica del agregado fino, la cual cumple con los parámetros establecidos para el diseño de mezcla asfáltica en caliente obteniéndose un resultado del tamaño máximo del agregado de 3/4".

### 2.2.2. Equivalente de arena - MTC E – 114, ASTM D – 2419, AASHTO T – 176.

El objetivo principal de este ensayo es el de determinar el contenido de polvo fino nocivo, o materiales arcillosos en los agregados finos.

**Tabla 2: EQUIVALENTE DE ARENA**

EQUIVALENTE DE ARENA			
DESCRIPCION	MUESTRAS		
	01	02	03
HORA DE ENTRADA	11:25	11:27	11:29
HORA DE SALIDA	11:35	11:37	11:39
HORA DE ENTRADA	11:37	11:39	11:41
HORA DE SALIDA	11:57	11:59	12:01
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	5.9	5.8	5.8
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	3.6	3.6	3.5
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	61%	62.1%	60.3%
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO: 61.1%			

Fuente: Elaborado por el investigador.

### 2.2.3. ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO - MTC E – 222

**Tabla 29: ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO**

ENSAYO	Nº	1	2	3	ESPECIFICACION
PESO DEL AGREGADO + MOLDE	gr.	18812	18823	18819	Min. 30
PESO DEL MOLDE	gr.	10340	10340	10304	
PESO DEL AGREGADO FINO	(w)	8472	8483	85515	
VOLUMEN DEL CILINDRO	(v)	5681	5681	5681.00	
GRAVEDAD ESP. AGREGADO FINO	G <sub>sb</sub>	2.659	2.659	2.659	
VACIOS NO COMPACTADOS	%	43.9	43.8	43.6	
GRAVA CHANCADA	%	0.0	0.0	0.0	
ARENA CHANCADA	%	50.0	50.0	50.0	
ARENA ZARANDEADA 3/8"	%	50.0	50.0	50.0	FORMULA:
ARENA FINA	%	0.0	0.0	0.0	$V = \frac{W}{\frac{G_{sb}}{V} \times 100}$
FILLER	%	0.0	0.0	0.0	
PROMEDIO	%	43.8			

Fuente: Elaborado por el investigador.

#### 2.2.4. Límites de consistencia material pasante de la malla N° 40, MTC E – 110

Tabla 30: DATOS DEL ENASAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	11	15	21
TARRO + SUELO HUMEDO	36.90	11:37	11:39
TARRO + SUELO SECO	33.45	11:39	11:41
AGUA	3.45	11:59	12:01
PESO DEL TARRO	15.23	5.8	5.8
PESO DEL SUELO SECO	18.22	3.6	3.5
% DE HUMEDAD	18.94	62.1%	60.3%
N° DE GOLPES	16	25	36
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO			
TARRO + SUELO HUMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
N° DE GOLPES			
LL: 17.7 %	LP: NP %		IP: NP %

Fuente: Elaborado por el investigador.

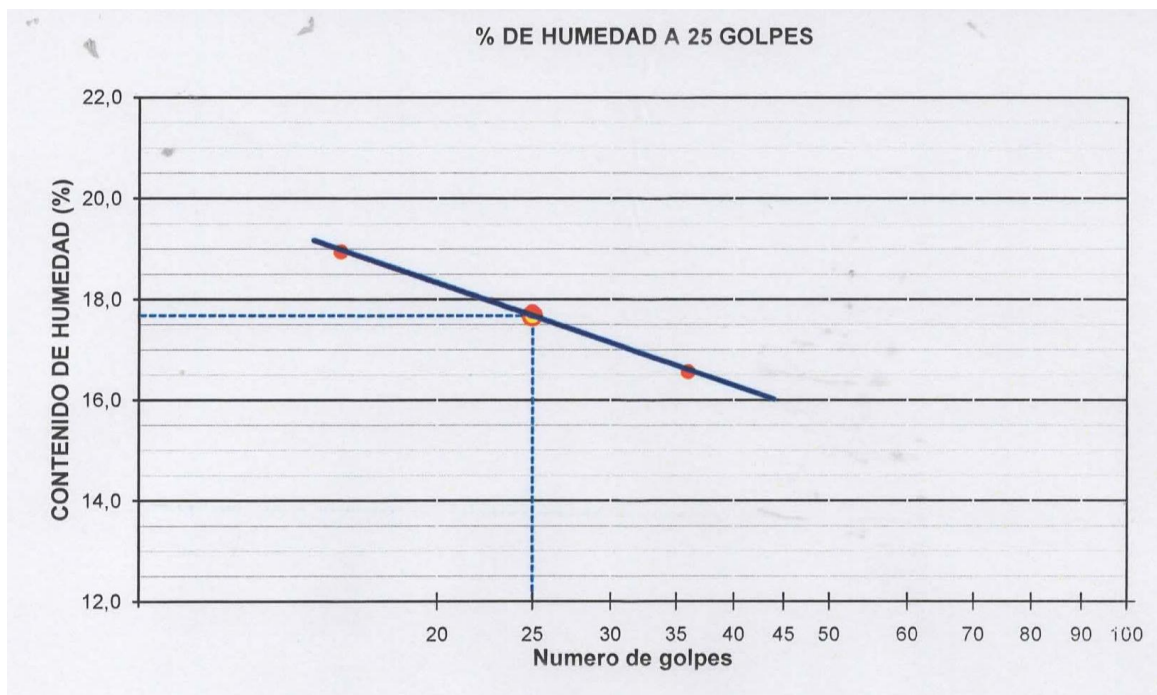


Figura 07: Porcentaje de Humedad a 25 Golpes

Fuente: Elaborado por el investigador.



### 2.2.5. Durabilidad al sulfato de magnesio: solución $MgSO_4$ - MTC E 209.

Mediante este ensayo podemos determinar la resistencia del agregado fino al deterioro por la acción de diversos agentes climáticos que influyen en la vida útil del pavimento.

Este ensayo se realizó haciendo uso de una solución de sulfato de magnesio la cual se vertió en la muestra representativa del agregado, la cual permaneció saturado por un periodo de 18 horas, para posteriormente lavar las muestras y secarlas en el horno a una temperatura de  $110^{\circ}C$  y volverlas a tamizar para registrar los pesos y el porcentaje de pérdida corregida.

**Tabla 31: ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS FINOS**

TAMAÑO DE LOS TAMICES		GRADACION ORIGINAL % QUE RETIENE (A)	PESO DE LA FRACCION ENSAYADA (g) (B)	PESO RETENIDO DESPUES DEL ENSAYO (C)	PERDIDA TOTAL % (D)	PERDIDA CORREGIDA % (E)
% PASA	% RETIENE					
3/8"	N° 4	0.2	100	68.2	31.8	0.08
N° 4	N° 8	7.7	100	76.2	23.8	1.84
N° 8	N° 16	8.6	100	71.2	28.8	2.48
N° 16	N° 30	5.6	100	82.3	17.7	0.99
N° 30	N° 50	7.2	100	79.7	20.3	1.46
N° 50	N° 100	10.5	100	81.3	18.7	1.96
<	N° 100	19.7				
		60%	600	458.9		8.8%

Fuente: Elaborado por el investigador.

B) Peso Opcional de acuerdo la escalonada (A)

C) Peso después del ensayo

D) % Perdidas corregidas =  $(D) \times (A)/100$

E) % Perdidas corregidas =  $(D) \times (A)/100$

F) Total de pérdida correspondiente a la suma de las pérdidas parciales corregidas.

### 2.2.6. Índice de durabilidad del agregado fino - MTC E 214.

Tabla 32: INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADO FINO

MUESTRA: M - 1					
TAMAÑO DE MALLAS			Agitación Muestra	Contenido de	Muestra lata
PASA	RETENIDO	PESO (gr)	(10 min)	Agua Dest. (ml)	(ml)
# 4	N° 200	500	10	1000	85
DESCRIPCION			IDENTIFICACION		
N° ENSAYO			1	2	PROMEDIO
Hora de entrada a saturación			1:20	1:22	
Hora de salida a saturación (más 10)			1:30	1:32	
Hora de entrada a decantación			1:32	1:34	
Hora de salida de decantación (más 20)			1:52	1:54	
Altura máxima de arcilla (pulg.0.1")			4.80	4.70	
Altura máxima de arena (pulg.0.1")			2.70	2.70	
Índice de durabilidad (Df = L.arena/L.arcilla*100)			56.3	57.4	56.8

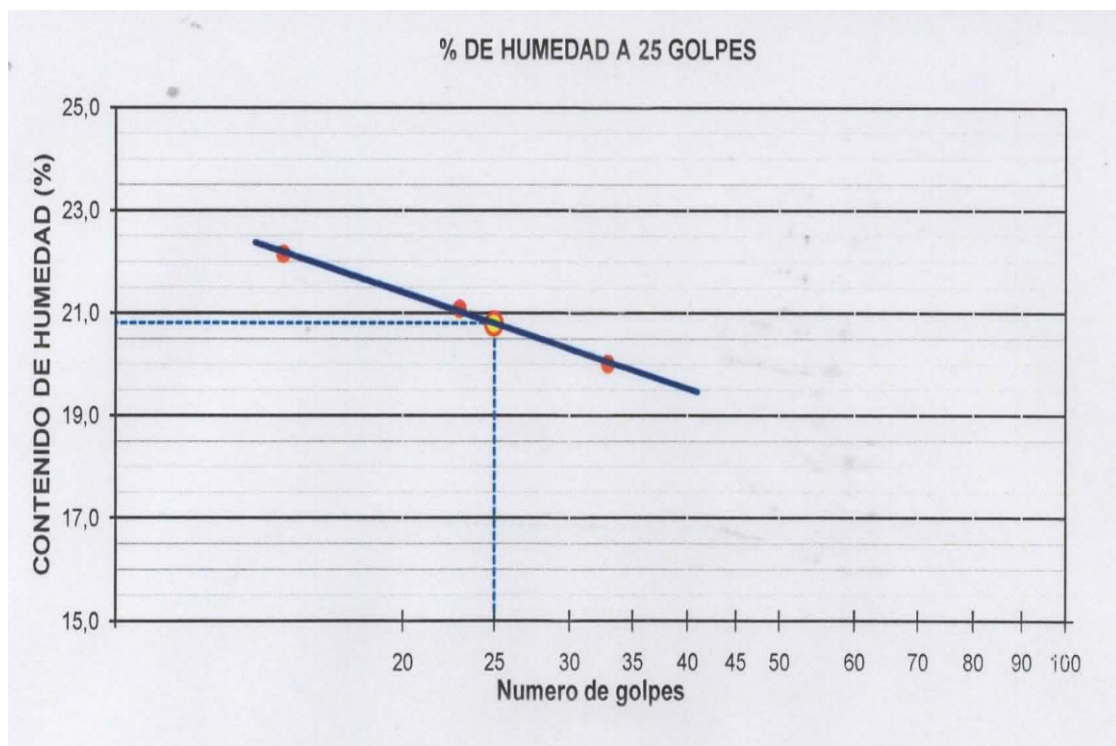
Fuente: Elaborado por el investigador.

### 2.2.7. LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N° 200 - MTC E – 110, MTC E – 111

Tabla 33: DATOS DEL ENASAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO			
N° TARRO	23	15	16
TARRO + SUELO HUMEDO	36.74	35.96	35.23
TARRO + SUELO SECO	33.32	32.42	31.85
AGUA	3.42	3.54	3.38
PESO DEL TARRO	16.23	15.63	16.59
PESO DEL SUELO SECO	17.09	16.79	15.26
% DE HUMEDAD	20.01	21.08	22.15
N° DE GOLPES	33	23	15
LIMITE PLASTICO			
N° TARRO	3	12	
TARRO + SUELO HUMEDO	16.12	17.01	
TARRO + SUELO SECO	15.03	15.96	
AGUA	1.09	1.05	
PESO DEL TARRO	8.96	9.85	
PESO DEL SUELO SECO	6.07	6.11	
% DE HUMEDAD	17.96	17.18	
LL: 20.8 %	LP: 17.6%		IP: 3.2 %

Fuente: Elaborado por el investigador.



**Figura 07: % de humedad a 25 golpes**

Fuente: Elaborado por el investigador.

## 2.2.8. Contenido de sales solubles en agregados - MTC – 219

**Tabla 34: SALES SOLUBLES TOTALES**

ITEM	DESCRIPCION	UND	IDENTIFICACION DE MUESTRA	
			2	3
1	Recipiente			
2	Peso (Biker 250 ml)	Gr.	100.52	98.36
3	Peso + Sal + Biker 250 ml	Gr.	100.54	98.38
4	Peso Sal (2-3)	Gr.	0.02	0.02
5	Peso de agregado	Gr.	100	100
6	Aforo de agua total Cc	Gr.	500	500
7	Volumen de agua utilizada Cc.	%	100	100
8	Sales solubles $(1/((6 \times 5)/(4 \times 6))) \times 100$	%	0.10	0.11
9	Promedio de sales solubles	%	0.11	

Fuente: Elaborado por el investigador.

### 2.2.9. Gravedad específica y absorción - norma MTC E205.

Tabla 35: Resultados de absorción del agregado fino

AGREGADO FINO				
IDENT.	DESCRIPCION	MUESTRAS		PROMEDIO
		1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	300	300	-
B	Peso Frasco + agua	668.3	686.6	-
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	968.3	968.6	-
D	Peso Mat. + agua en frasco (gr)	852	853.2	-
E	Vol. de masa + Vol. vacío = C – D (gr)	116.3	115.4	-
F	Peso Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	297	297.3	-
G	Vol. de masa = E – (A – F) (gr)	113.3	112.7	-
H	Pe bulk (Base Seca) = F/E	2.554	2.576	2.565
I	Pe bulk (Base Saturada) = A/E	2.580	2.600	2.590
J	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.621	2.638	2.630
K	% de absorción = ((A – F) / F*100)	1.01	0.91	0.96%

Fuente: Elaborado por el investigador.

### 2.2.10. Adhesividad de los ligantes bituminosos a los agregados finos procedimiento RIEDEL – WEBER - MTC E 220 – 2000

- **MATERIAL:** Mezcla 20% Arena Chancada + 45% Arena Zarandeada
- **CANTERA:** Tres Tomas
- **UBICACIÓN:** Ferreñafe
- **ASFALTO:** PEN 60/70
- **ADITIVO:** QUIMIBOND 3000
- **TIPO:** Aditivo mejorador de adherencia tipo amina
- **CANTIDAD:** 0.5% del peso del ligante (Asfalto PEN 60/70)

**Tabla 36: SALES SOLUBLES TOTALES**

DENOMINACION		DESPRENDIMIENTO ARIDO - ASFALTO	RESULTADOS
AGUA DESTILADA	0	NULO	<p>PARCIAL: 6</p> <p>TOTAL:10</p>
Concentración de carbono sódico	M/256	1	
	M7128	2	
	M/64	3	
	M/32	4	
	M/16	5	
	M/8	6	
	M/4	7	
	M/2	8	
	M/1	9	

Fuente: Elaborado por el investigador.

### 3. Combinación de agregados pétreos para mezcla patrón:

Para la gradación de la combinación de los agregados pétreos se tuvo en cuenta los siguientes usos granulométricos.

**Tabla 37: Gradación de los agregados para mezcla asfáltica en caliente**

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80 -100	100	-
12,5 mm (1/2")	67- 85	80 - 100	-
9,5 mm (3/8")	60 - 77	70 - 88	100
4,75 mm (N° 4)	43 - 54	51 - 68	65 - 87
2,00 mm (N° 10)	29 - 45	38 - 52	43 - 61
425 mm (N° 40)	14 - 25	17- 28	16 - 29
180 mm (N° 80)	8 -17	8 -17	9 -19
75 mm (N° 200)	04 - 8	04 - 8	05 - 10

Fuente: Elaborado por el investigador.

La gradación escogida para el diseño de la carpeta asfáltica patrón fue la gradación MAC – 2, ya que el presente diseño de carpeta es para el mejoramiento de la AV. Chiclayo – José Leonardo Ortiz, la cual es un vía local y de acuerdo a la norma CE-010 de Pavimentos Urbanos establece que el espesor de carpeta sea  $\geq 5$  cm, para la cual el tamaño máximo del agregado es de 3/4".

Una vez que se determinó el tipo de gradación de los agregados, se establecieron los porcentajes de los materiales pétreos para el diseño de la mezcla. Estos porcentajes establecidos se combinaron y se tamizaron para verificar si cumplen con la gradación MAC – 2, y de igual manera para verificar si la curva granulométrica cumple con los límites. Los porcentajes obtenidos para la gradación y posterior diseño de la mezcla asfáltica en caliente fueron los siguientes:

- **Grava Chancada:**  $<3/4'' = 35\%$
- **Arena Chancada:**  $<1/4'' = 20\%$
- **Arena Zarandeada:**  $<3/4'' = 45\%$

#### 4. Elaboración de la Mezcla Asfáltica:

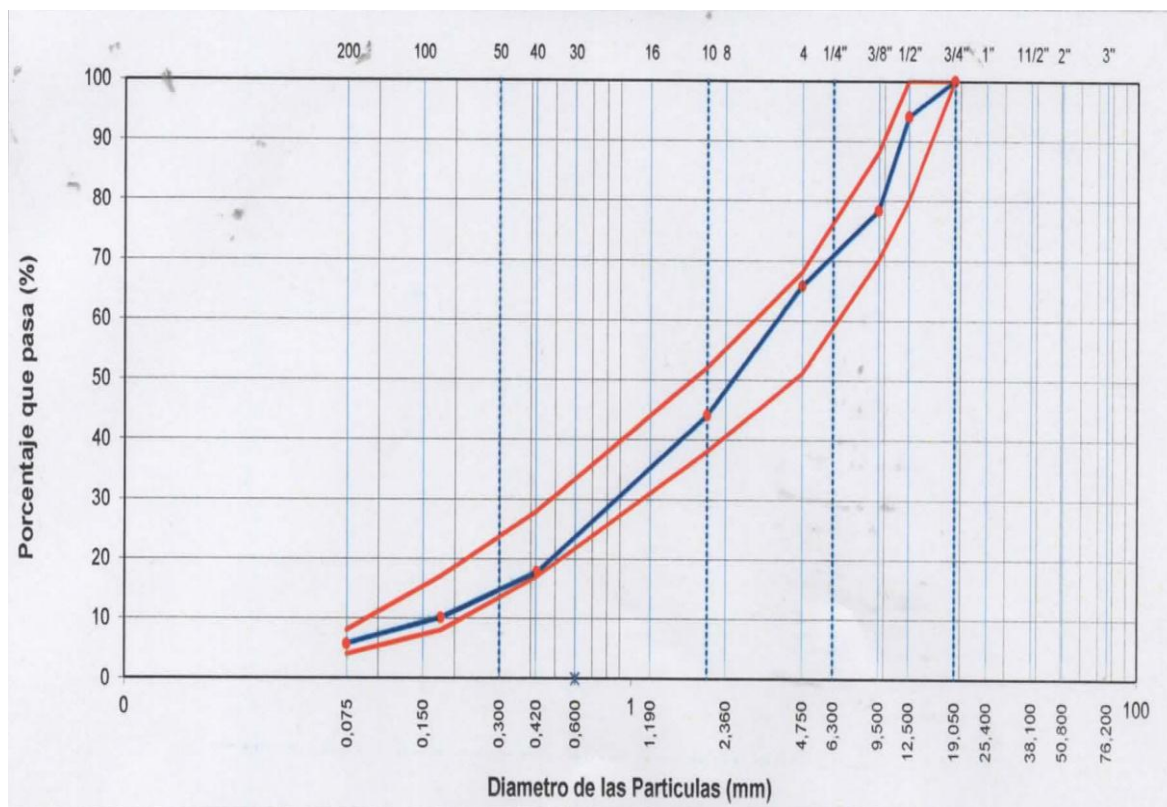
Después de haber concluido con las pruebas realizadas a los materiales granulares y verificar que cumplen con las especificaciones requeridas se procedió al mezclado de los materiales pétreos para realizarle la gradación y verificar si cumplen con el diseño de gradación establecida como es la MAC – 2.

**Tabla 38: Granulométrica de combinación de agregados para mezcla patrón**

Tamiz ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificación		
<b>1"</b>	<b>25.400</b>	-	-	-	-	<b>MAC - 2</b>		
<b>3/4"</b>	<b>19.050</b>	-	-	-	100.0	100	100	ok
<b>1/2"</b>	<b>12.700</b>	298	6.0	6.0	94.0	80	100	ok
<b>3/8"</b>	<b>9.525</b>	784	15.7	21.6	78.4	70	88	ok
<b>N°4</b>	<b>4.750</b>	632	12.6	34.3	65.7	51	68	ok
<b>N°10</b>	<b>2.000</b>	197.3	21.6	55.9	44.1	38	52	ok
<b>N°40</b>	<b>0.420</b>	<b>240.3</b>	<b>26.3</b>	<b>82.2</b>	<b>17.8</b>	17	28	ok
<b>N°80</b>	<b>0.117</b>	<b>70.3</b>	<b>7.7</b>	<b>89.9</b>	<b>10.1</b>	8	17	ok
<b>N°200</b>	<b>0.074</b>	<b>40.0</b>	<b>4.4</b>	<b>94.3</b>	<b>5.7</b>	4	8	ok
<b>&lt;N°200</b>	<b>FONDO</b>	<b>52.1</b>	<b>5.7</b>	<b>100.0</b>	-	-	-	-

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la tabla anterior podemos concluir que la gradación de la mezcla de los agregados está dentro de los valores establecidos por la gradación MAC – 2, los cuales cumplen para el diseño de la mezcla.



**Figura 08: curva granulométrica de mezcla de agregados para el diseño de carpeta.**  
**Fuente: Elaborado por el investigador.**

En la **Figura 21**, se observa el resultado de la curva granulométrica de la combinación de los agregados pétreos, la cual cumple con los parámetros establecidos para el diseño de mezcla asfáltica en caliente obteniéndose un resultado del tamaño máximo del agregado de 3/4" por lo que los porcentajes establecidos de los agregados para realizar la mezcla asfáltica son los correctos.

##### 5. **Peso específico de mezcla bituminosa – ensayo RICE AASHTO T-209.**

**Tabla 39: Resultados del Peso especifica de la mezcla bituminosa**

<b>PORCENTAJE DE ASFALTO</b>	<b>4.5</b>	<b>5.0</b>	<b>5.5</b>	<b>6.0</b>	<b>6.5</b>
<b>PESO DEL AGREGADO + MOLDE</b>	100	100	100	100	100
<b>PESO DEL MOLDE</b>	2906	2906	2906	2906	2906
<b>PESO DEL AGREGADO FINO</b>	2461	2460	2458	2456	2453
<b>VOLUMEN DEL CILINDRO</b>	3561.2	2559.5	3558.3	3555.6	3553.2
<b>GRAVEDAD ESP. AGREGADO FINO</b>	1100	1100	1100	1100	1100
<b>VACIOS NO COMPACTADOS</b>	445	4472	448	450	453
<b>GRAVA CHANCADA</b>	2.473	2.464	2.457	2.442	2.429

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**Tabla 40: Dosificación del concreto asfaltico (C.A. 4.5)**

Grava Chancada <3/4"	35%	% Que Pasa el Tamiz							
Arena Chancada <1/4"	20%								
Arena Zarandeada <3/4"	45%								
Cemento Asfaltico PEN 60/70	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla		100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2		100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.			
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5				
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32.74	32.74	32.74				
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	62.76	62.76	62.76				
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)	%	0.00	0.00	0.00				
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico	Gr/cc	1.021	1.021	1.021				
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)	Gr/cc	2.677	2.677	2.677				
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)	Gr/cc	2.707	2.707	2.707	2.707			
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)	Gr/cc	2.590	2.590	2.590				
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)	Gr/cc	2.630	2.630	2.630	2.630			
11	Peso específico aparente del filler	Gr/cc							
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.4	6.5	6.3				
13	Peso de la probeta en el aire	Gr.	1201.2	1197.9	1200.1				
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	Gr.	1202.7	1200	1203.9				
15	Peso de la probeta en el agua	Gr.	687.1	685	686.8				
16	Volumen de la probeta (14 – 15)	Cc.	515.6	515	517.1				
17	Peso unitario de la probeta (13/16)	Gr/cc	2.330	2.326	2.321	2.326			
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)	Gr/cc	2.473	2.473	2.473				
19	Máx. densidad teórica de los agregados	Gr/cc	2.462	2.462	2.462				
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18)	%	5.79	5.94	6.15	5.96			
21	Peso esp. Bulk del agregado total	Gr/cc	2.638	2.638	2.638				
22	Peso esp. aparente del agregado total	Gr/cc	2.656	2.656	2.656				
23	Peso esp. efectivo del agregado total	Gr/cc	2.651	2.651	2.651				
24	Asfalto absorbido por el agregado total	%	0.19	0.19	0.19				
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta	%	84.35	84.22	84.03				
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta	%	9.85	9.84	9.81				
27	% de vacíos de agregado mineral (100 – 25)	%	15.65	15.78	15.97	15.80			
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla	%	4.32	4.32	4.32				
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	62.96	62.33	61.46	62.25			
30	Lectura del aro	Pul.	215	2.16	2.13				
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	Kg.	907	911	899				
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00				
33	Estabilidad corregida (31*32)	Kg.	907	911	899	906			
34	Lectura de flexímetro (0.01") (35/0.254)	Pul.	14	14	13	14			
35	Fluencia	mm.	3.56	3.56	3.30				
36	Relación Estabilidad/Fluencia	mm.	2550	2562	2721	2611			

Fuente: Elaborado por el investigador.



**Tabla 41: Dosificación del concreto asfaltico (C.A. 5.0)**

Grava Chancada <3/4"		35%	% Que Pasa el Tamiz								
Arena Chancada <1/4"		20%									
Arena Zarandeada <3/4"		45%									
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta						#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla						%	5.0	5.0	5.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)						%	32.57	32.57	32.57	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)						%	62.43	62.43	62.43	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)						%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico						Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)						Gr/cc	2.677	2.677	2.677	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)						Gr/cc	2.707	2.707	2.707	2.707
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)						Gr/cc	2.590	2.590	2.590	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)						Gr/cc	2.630	2.630	2.630	2.630
11	Peso específico aparente del filler						Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta						cm.	6.4	6.5	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire						Gr.	1195.5	1197.8	1199.1	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca						Gr.	1197.3	1199.9	1201.2	
15	Peso de la probeta en el agua						Gr.	686.2	689.5	689.9	
16	Volumen de la probeta (14 – 15)						Cc.	511.1	510.4	511.3	
17	Peso unitario de la probeta (13/16)						Gr/cc	2.339	2.347	2.345	2.344
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)						Gr/cc	2.464	2.464	2.464	
19	Máx. densidad teórica de los agregados						Gr/cc	2.444	2.444	2.444	
20	% de vacíos con aire						%	5.05	4.74	4.81	4.87
21	Peso esp. Bulk del agregado total						Gr/cc	2.638	2.638	2.638	
22	Peso esp. aparente del agregado total						Gr/cc	2.656	2.656	2.656	
23	Peso esp. efectivo del agregado total						Gr/cc	2.662	2.662	2.662	
24	Asfalto absorbido por el agregado total						%	0.35	0.35	0.35	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta						%	84.25	84.53	84.47	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta						%	10.70	10.73	10.72	
27	% de vacíos de agregado mineral						%	15.75	15.47	15.53	15.58
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla						%	4.67	4.67	4.67	
29	Relación betún vacíos						%	67.91	69.35	69.05	68.77
30	Lectura del aro						Pul.	240	241	243	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)						Kg.	1012	1016	1024	
32	Factor de estabilidad							1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida						Kg.	1012	1016	1024	1017
34	Lectura de flexímetro						Pul.	14	15	15	15
35	Fluencia						mm.	3.56	3.81	3.81	
36	Relación Estabilidad/Fluencia						mm.	2845	2666	2688	2733

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**Tabla 42: Dosificación del concreto asfaltico (C.A. 5.5)**

Grava Chancada <3/4"		35%	% Que Pasa el Tamiz								
Arena Chancada <1/4"		20%									
Arena Zarandeada <3/4"		45%									
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta						#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla						%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)						%	32.40	32.40	32.40	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)						%	62.10	62.10	62.10	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)						%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico						Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)						Gr/cc	2.677	2.677	2.677	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)						Gr/cc	2.707	2.707	2.707	2.707
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)						Gr/cc	2.590	2.590	2.590	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)						Gr/cc	2.630	2.630	2.630	2.630
11	Peso específico aparente del filler						Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta						cm.	6.1	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire						Gr.	1196.3	1197.4	1197.6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca						Gr.	1197.5	1199	1198.7	
15	Peso de la probeta en el agua						Gr.	693.4	693.5	693.6	
16	Volumen de la probeta (14 – 15)						Cc.	504.1	505.5	505.1	
17	Peso unitario de la probeta (13/16)						Gr/cc	2.373	2.369	2.371	2.371
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)						Gr/cc	2.457	2.457	2.457	
19	Máx. densidad teórica de los agregados						Gr/cc	2.426	2.426	2.426	
20	% de vacíos con aire						%	3.41	3.59	3.50	3.50
21	Peso esp. Bulk del agregado total						Gr/cc	2.638	2.638	2.638	
22	Peso esp. aparente del agregado total						Gr/cc	2.656	2.656	2.656	
23	Peso esp. efectivo del agregado total						Gr/cc	2.676	2.676	2.676	
24	Asfalto absorbido por el agregado total						%	0.56	0.56	0.56	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta						%	85.03	85.03	85.03	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta						%	11.56	11.54	11.55	
27	% de vacíos de agregado mineral						%	14.97	15.13	15.05	15.05
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla						%	4.97	4.97	4.97	
29	Relación betún vacíos						%	77.20	76.26	76.75	76.74
30	Lectura del aro						Pul.	252	254	250	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)						Kg.	1062	1070	1054	
32	Factor de estabilidad							1.04	1.04	1.04	
33	Estabilidad corregida						Kg.	1104	1113	1096	1104
34	Lectura de flexímetro						Pul.	14	14	16	15
35	Fluencia						mm.	3.56	3.56	4.06	
36	Relación Estabilidad/Fluencia						mm.	3106	3130	2696	2977

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**Tabla 43: Dosificación del concreto asfaltico (C.A. 6.0)**

Grava Chancada <3/4"		35%	% Que Pasa el Tamiz								
Arena Chancada <1/4"		20%									
Arena Zarandeada <3/4"		45%									
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta						#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla						%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)						%	32.23	32.23	32.23	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)						%	61.77	61.77	61.77	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)						%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico						Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)						Gr/cc	2.667	2.667	2.667	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)						Gr/cc	2.707	2.707	2.707	2.707
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)						Gr/cc	2.590	2.590	2.590	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)						Gr/cc	2.630	2.630	2.630	2.630
11	Peso específico aparente del filler						Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta						cm.	6.1	6.1	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire						Gr.	1199.1	1196.1	1199.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca						Gr.	1200.0	1197.1	1200.0	
15	Peso de la probeta en el agua						Gr.	698.2	698.3	699.9	
16	Volumen de la probeta (14 – 15)						Cc.	501.8	498.8	500.1	
17	Peso unitario de la probeta (13/16)						Gr/cc	2.390	2.398	2.398	2.395
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)						Gr/cc	2.442	2.442	2.442	
19	Máx. densidad teórica de los agregados						Gr/cc	2.409	2.409	2.409	
20	% de vacíos con aire						%	2.16	1.81	1.82	1.93
21	Peso esp. Bulk del agregado total						Gr/cc	2.638	2.638	2.638	
22	Peso esp. aparente del agregado total						Gr/cc	2.656	2.656	2.656	
23	Peso esp. efectivo del agregado total						Gr/cc	2.680	2.680	2.680	
24	Asfalto absorbido por el agregado total						%	0.62	0.62	0.62	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta						%	85.16	85.46	85.46	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta						%	12.68	12.72	12.72	
27	% de vacíos de agregado mineral						%	14.84	14.54	14.54	15.80
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla						%	5.42	5.42	5.42	
29	Relación betún vacíos						%	85.46	87.52	87.51	86.83
30	Lectura del aro						Pul.	248	241	245	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)						Kg.	1045	1016	1033	
32	Factor de estabilidad							1.04	1.04	1.04	
33	Estabilidad corregida						Kg.	1087	1056	1074	1072
34	Lectura de flexímetro						Pul.	15	15	16	15
35	Fluencia						mm.	3.81	3.81	4.06	
36	Relación Estabilidad/Fluencia						mm.	2853	2773	2642	2756

Fuente: Elaborado por el investigador.

**Tabla 44: Dosificación del concreto asfaltico (C.A. 6.5)**

Grava Chancada <3/4"	35%	% Que Pasa el Tamiz							
Arena Chancada <1/4"	20%								
Arena Zarandeada <3/4"	45%								
Cemento Asfaltico PEN 60/70	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla		100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2		100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.			
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.5	6.5	6.5				
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32.06	32.06	32.06				
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	61.44	61.44	61.44				
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)	%	0.00	0.00	0.00				
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico	Gr/cc	1.021	1.021	1.021				
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)	Gr/cc	2.667	2.667	2.667				
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)	Gr/cc	2.707	2.707	2.707	2.707			
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)	Gr/cc	2.590	2.590	2.590				
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)	Gr/cc	2.630	2.630	2.630	2.630			
11	Peso específico aparente del filler	Gr/cc							
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.36	6.34	6.3				
13	Peso de la probeta en el aire	Gr.	1193.9	1194.0	1193.8				
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	Gr.	1194.6	1194.6	1194.4				
15	Peso de la probeta en el agua	Gr.	696.0	695.2	696.1				
16	Volumen de la probeta	Cc.	498.6	499.4	498.3				
17	Peso unitario de la probeta	Gr/cc	2.395	2.391	2.396	2.394			
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)	Gr/cc	2.429	2.429	2.429				
19	Máx. densidad teórica de los agregados	Gr/cc	2.391	2.391	2.391				
20	% de vacíos con aire	%	1.43	1.58	1.38	1.47			
21	Peso esp. Bulk del agregado total	Gr/cc	2.638	2.638	2.638				
22	Peso esp. aparente del agregado total	Gr/cc	2.656	2.656	2.656				
23	Peso esp. efectivo del agregado total	Gr/cc	2.687	2.687	2.687				
24	Asfalto absorbido por el agregado total	%	0.71	0.71	0.71				
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta	%	84.88	84.76	84.93				
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta	%	13.68	13.66	13.69				
27	% de vacíos de agregado mineral	%	15.12	15.24	15.07	15.14			
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla	%	5.83	5.83	5.83				
29	Relación betún vacíos	%	90.52	89.62	90.83	62.25			
30	Lectura del aro	Pul.	206	210	208				
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	Kg.	869	886	878				
32	Factor de estabilidad		1.04	1.04	1.04				
33	Estabilidad corregida	Kg.	904	921	813	913			
34	Lectura de flexímetro	Pul.	15	14	15	15			
35	Fluencia	mm.	3.81	3.56	3.81				
36	Relación Estabilidad/Fluencia	mm.	2373	2591	2396	2543			

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

De las tablas 40, 41, 42, 43 y 44 se determinaron los porcentajes de vacíos y del agregado mineral, así como los pesos específicos de los diferentes porcentajes de asfalto variando desde 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.6%, estos resultados se muestran en la tabla 45.

**Tabla 45: Resumen de dosificación de la mezcla asfáltica patrón**

<b>Contenido de Asfalto</b>	<b>4.5</b>	<b>5</b>	<b>5.5</b>	<b>6</b>	<b>6.5</b>
<b>Peso Unitario</b>	2326	2344	2371	2395	2394
<b>% Vacíos Aire</b>	5.96	4.87	3.50	1.93	1.47
<b>% Vacíos Agregado Mineral</b>	15.8	15.58	15.05	14.64	15.14
<b>% Vacíos Cemento Asfáltico</b>	62.25	68.77	76.74	86.83	90.32
<b>Flujo</b>	3.47	3.73	3.73	3.89	3.73
<b>Estabilidad</b>	906	1017	1104	1072	913

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

De la tabla 45, se observa el resumen de dosificación de la mezcla asfáltica con el 10% de pavimento asfáltico reciclado (RAP), con sus diferentes porcentajes de asfalto que varían desde 4.5% hasta el 6.5% con una diferencia de 0.5%.

Con los resultados obtenidos de la dosificación de la mezcla asfáltica patrón, se determinó el óptimo contenido de asfalto que debe tener la mezcla y la cual será comparada con la mezcla patrón para determinar si es factible el diseño con reciclaje.

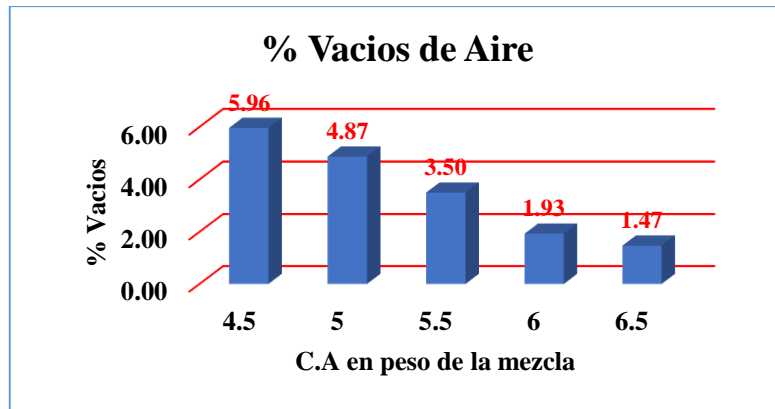
Para poder determinar el óptimo contenido de asfalto de la mezcla asfáltica patrón, se hizo uso de las gráficas Marshall, a través de estas graficas se determinó también el peso unitario de la mezcla, los porcentajes de vacíos de aire, los porcentajes de vacíos del agregado mineral, porcentaje de vacíos del cemento asfáltico, la estabilidad y el flujo que debe tener dicha mezcla.

A continuación se muestra en la figura 22 la gráfica Marshall del % de vacíos de aire, de igual manera en las figuras 23, 24, 25, 26 y 27 las demás propiedades de la mezcla asfáltica patrón.

**Tabla 46: % de Vacíos de Aire de la Mezcla Patrón**

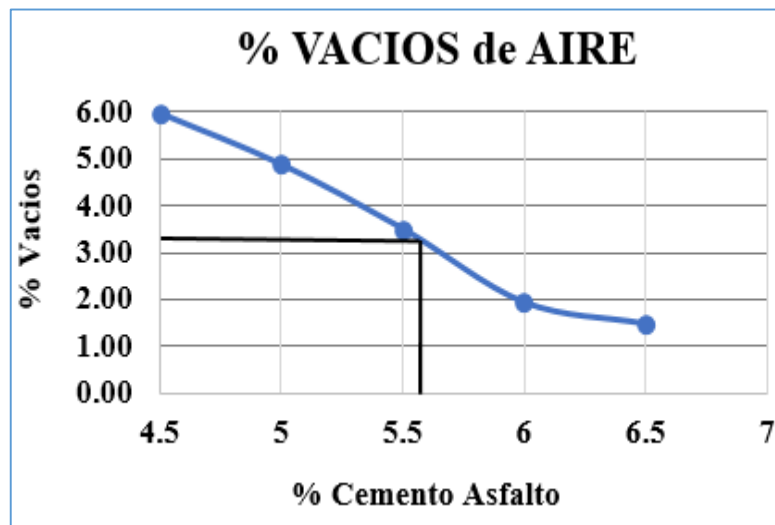
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% Vacíos Aire	5.96	4.87	3.50	1.93	1.47

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 09: % Vacíos de Aire**

Fuente: Elaborado por el investigador.



**Figura 10: Determinación del % de vacíos**

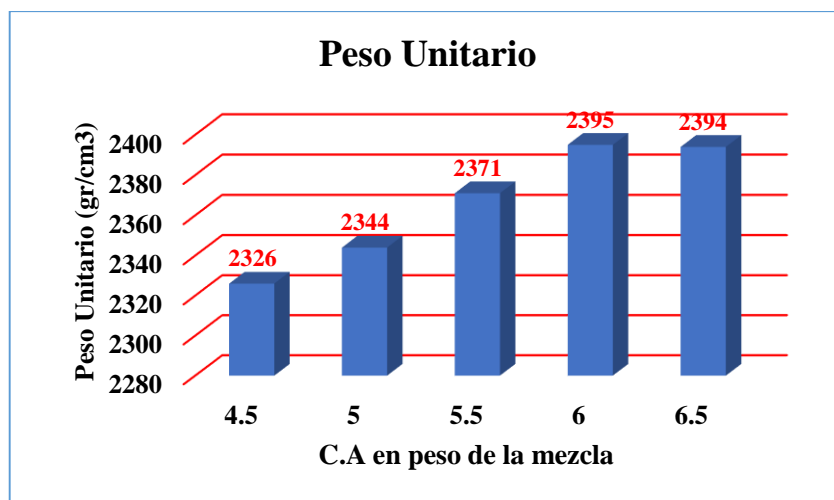
Fuente: Elaborado por el investigador.

De la figura 10, se determinó el % de Vacíos de aire de la mezcla asfáltica patrón, de la cual se determinó que para un % de cemento asfáltico del 5.6%, se tiene un % de vacíos del 3.30%, cumpliendo con los parámetros establecidos por la norma que estipula que el % de vacíos debe estar entre 3 y 5%

**Tabla 47: Peso Unitario de la Mezcla Patrón**

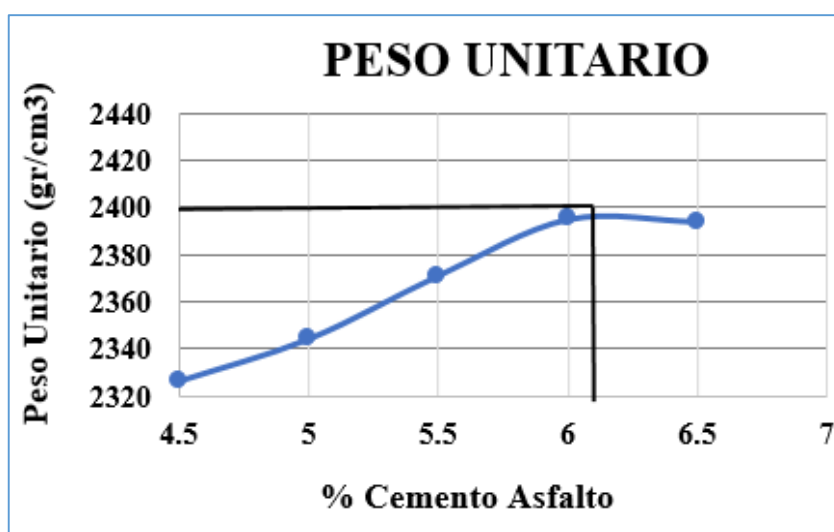
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Peso Unitario	2326	2344	2371	2395	2394

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 11: Peso Unitario**

Fuente: Elaborado por el investigador.



**Figura 12: Determinación del Peso Unitario.**

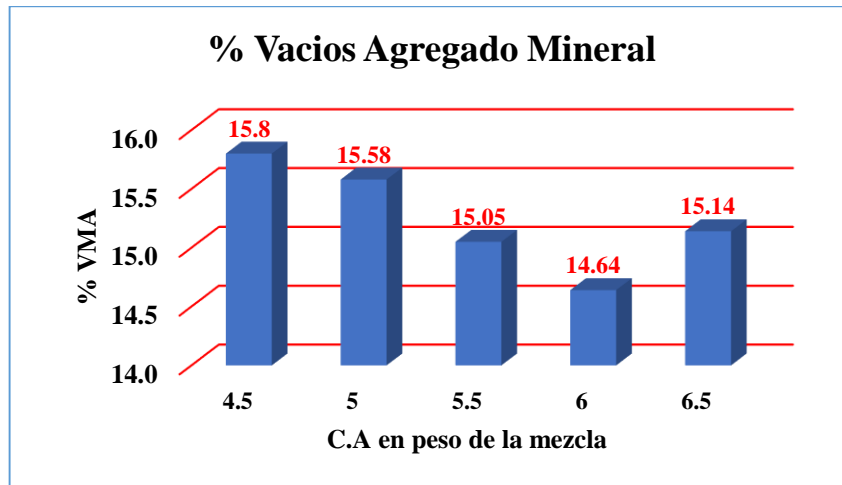
Fuente: Elaborado por el investigador.

De la figura 12, se determinó que para un % de cemento asfáltico del 6.1% se tiene un peso unitario de 2402 gr/cm³.

**Tabla 48: % Vacíos de Agregado Mineral de la Mezcla Patrón**

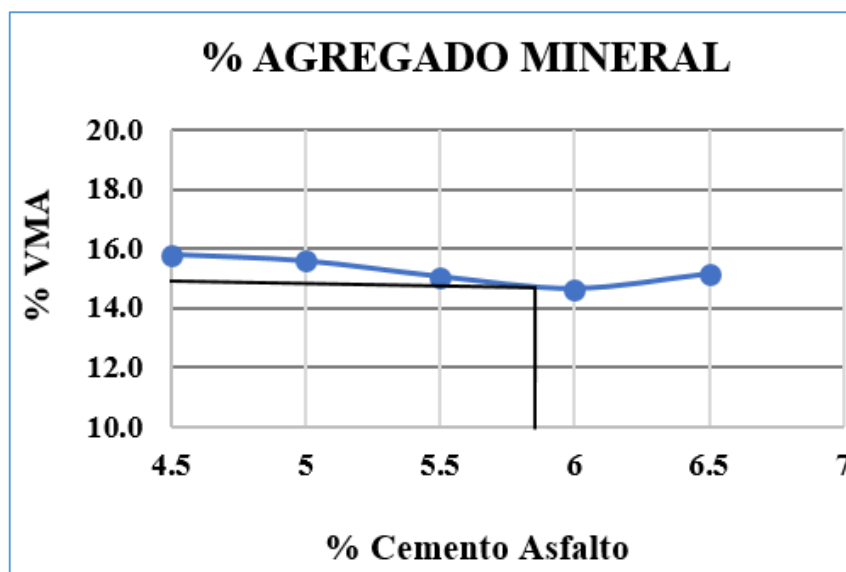
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
%VMA	15.8	15.58	15.05	14.64	15.14

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 13: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador.



**Figura 14: Determinación del % de Agregado Mineral**

Fuente: Elaborado por el investigador

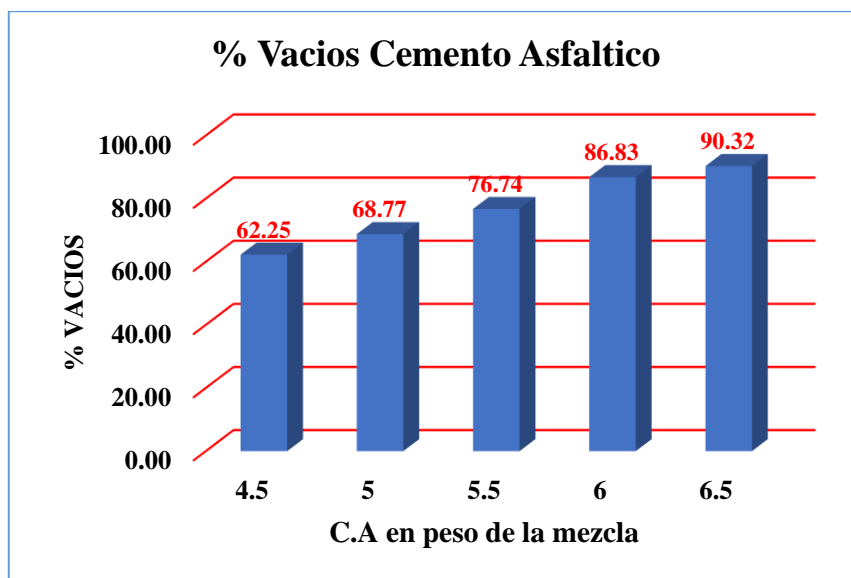
De la figura 14, se determinó que para un porcentaje de asfalto del 5.8% se obtiene un porcentaje de agregado mineral del 15%, cumpliendo con el parámetro establecido por la normal que manda como mínimo un 14% de % de agregado mineral.



**Tabla 49: % Vacíos de Cemento Asfáltico de la Mezcla Patrón**

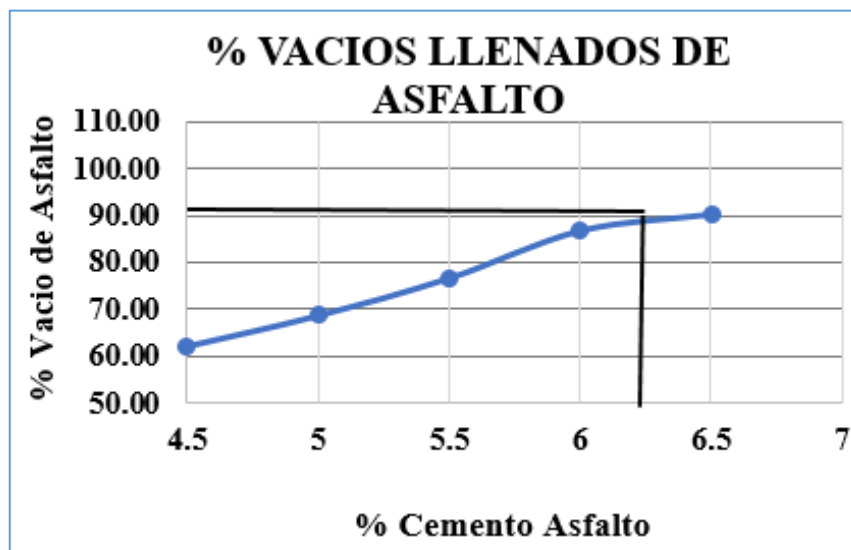
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% Vacíos Cemento	62.25	68.75	76.74	86.83	90.32

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 15: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador.



**Figura 16: Determinación del % de Vacíos llenos de Asfalto**

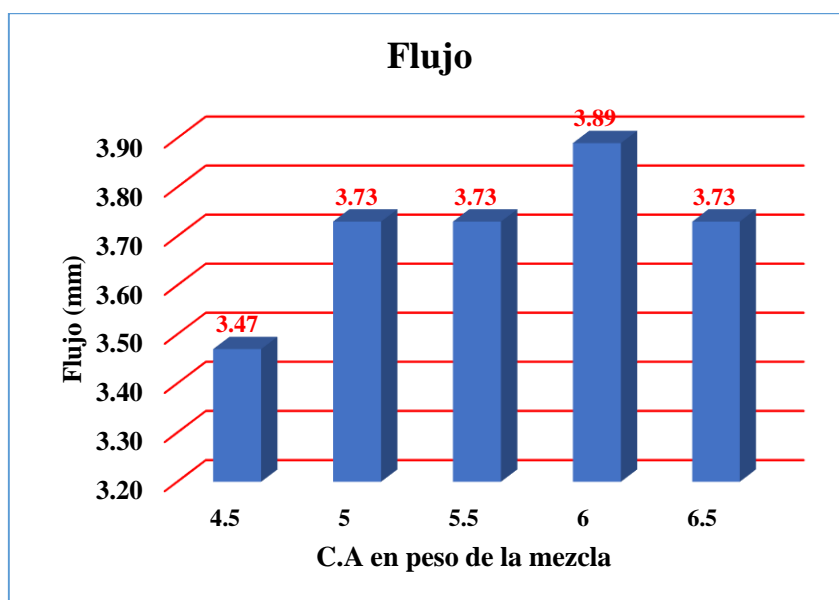
Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 16, se observa que para un porcentaje de asfalto del 6.3% se obtiene un porcentaje de vacíos llenos de asfalto de 91%.

**Tabla 50: Flujo de la Mezcla Patrón**

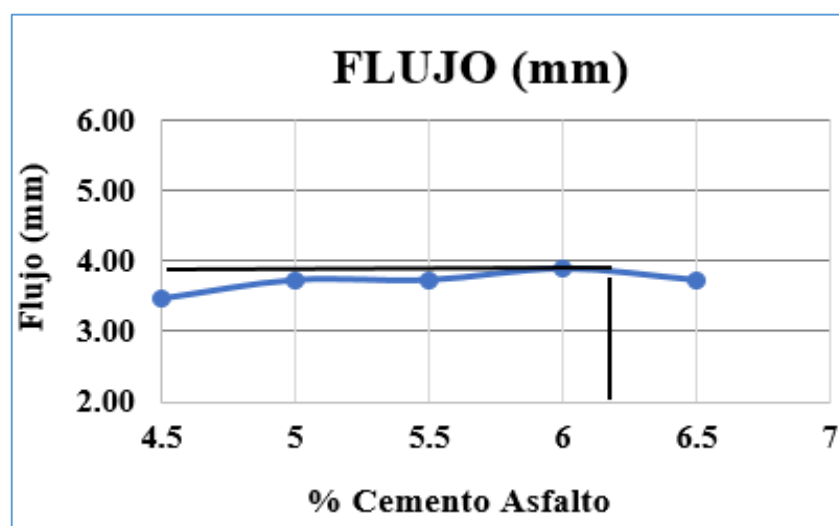
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Flujo	3.47	3.73	3.73	3.89	3.73

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 17: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador.



**Figura 18: Determinación del Flujo**

Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 18, se concluye que para un porcentaje de asfalto del 6.2% se obtiene un flujo de 3.96 mm, encontrándose dentro de los límites de las especificaciones establecidos por la norma, la cual establece un mínimo de 2mm y máximo de 4mm.

**Tabla 51: Estabilidad de la Mezcla Patrón**

Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Flujo	3.47	3.73	3.73	3.89	3.73

Fuente: Elaborado por el investigador

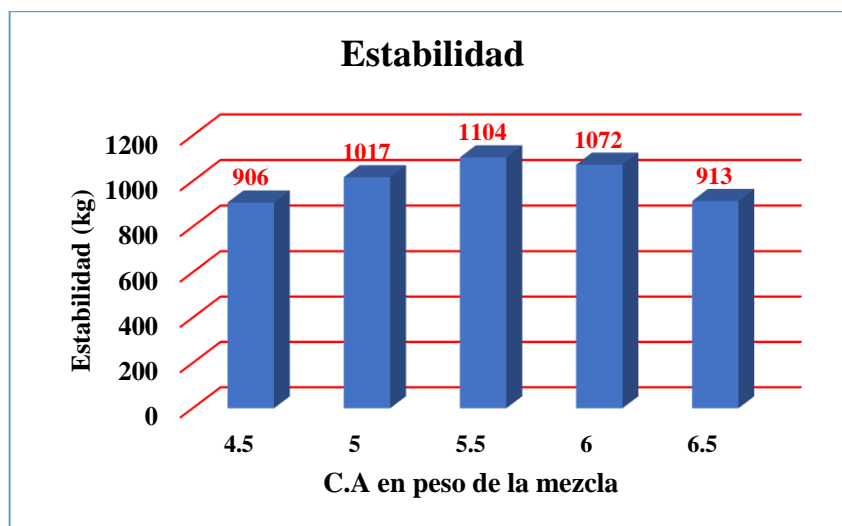


Figura 19: % vacíos de aire

Fuente: Elaborado por el investigador.

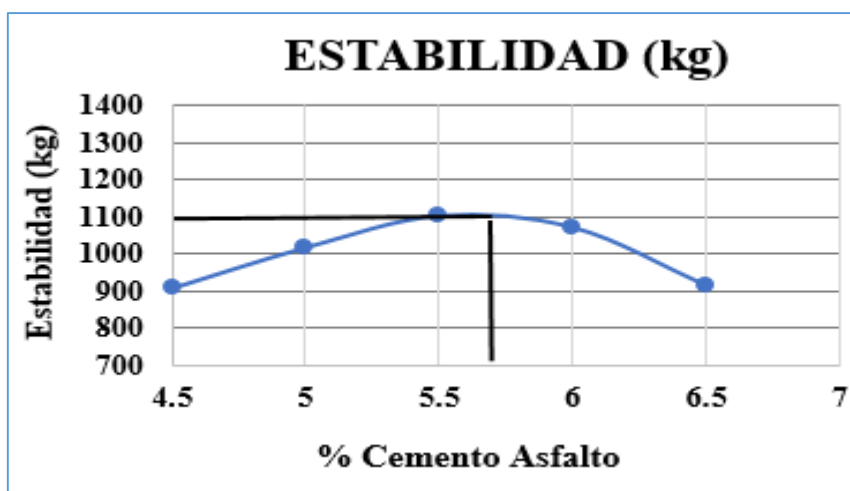


Figura 20: Determinación de la estabilidad

Fuente: por el investigador Elaborado

De la figura 20, se determinó que para un porcentaje de asfalto del 5.6% se obtiene una estabilidad de 1140kg, encontrándose dentro de los parámetros establecidos por la norma la cual establece una estabilidad mínima de 831kg, por lo que se concluye que el porcentaje óptimo de asfalto de 5.5% es el correcto.

De los gráficos Marshall anteriormente estudiados se determinaron los diferentes porcentajes de diseño que se pueden observar en la tabla 52.

**TABLA 52: RESULTADOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA PATRÓN**

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla A	Resultado Teórico	Conclusión
Contenido Optimo de Asfalto		5.8 %	
Compactación, # de golpes en cada lado	75	75	ok
Estabilidad (mínimo)	831 kg	1140 kg	ok
Flujo 0.01" (0.25 mm)	2-4	3.96	ok
Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)	3-5	3.30	ok
Vacíos en el agregado Mineral VMA	Min. 14%	15	ok

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la tabla 52 se observa que todos los resultados obtenidos de las gráficas Marshall cumplen con todos los parámetros establecidos por las normas CE.010 Pavimentos Urbanos y el MTC EG-2013.

Los resultados dl diseño de la carpeta asfáltica patrón cumplen satisfactoriamente con los parámetros establecidos por norma para un diseño de carpeta de 3" de espesor, teniendo de esta manera un diseño óptimo para el mejoramiento de la Av. Mesones Muro – Chiclayo.

Estos resultados del diseño de la carpeta asfáltica serán patrón de comparación con los diseños de carpeta con 4 diferentes porcentajes de pavimento asfáltico reciclado (RAP), teniendo porcentajes del 10%, 20%, 30% y 40% de pavimento asfáltico reciclado, de esta manera se determinara si es posible volver a utilizar el pavimento reciclado en el diseño de nuevas mezclas asfálticas para el mejoramiento de vías.

A continuación se muestra en la tabla 53, la dosificación del concreto asfáltico para el diseño de carpeta asfáltica con un 10% de pavimento asfáltico reciclado (RAP), para determinar sus propiedades y compararlas con el diseño patrón.

**Tabla 53: Dosificación del concreto asfaltico con 10% RAP (C.A. 4.5)**

Grava Chancada <3/4"		31%	% Que Pasa el Tamiz									
Arena Chancada <1/4"		18%										
Arena Zarandeada <3/4"		41%										
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200	
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7	
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
1	Numero de probeta							#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla							%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)							%	32.74	32.74	32.74	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)							%	62.76	62.76	62.76	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)							%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico							Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)							Gr/cc	2.670	2.670	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)							Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2.698
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)							Gr/cc	2.590	2.590	2.590	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)							Gr/cc	2.612	2.590	2.600	2.598
11	Peso específico aparente del filler							Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta							cm.	6.4	6.5	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire							Gr.	1193.8	1192.7	1194.3	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca							Gr.	1195.2	1194.1	1196.7	
15	Peso de la probeta en el agua							Gr.	672.5	672.8	673.2	
16	Volumen de la probeta							Cc.	522.7	521.3	523.5	
17	Peso unitario de la probeta							Gr/cc	2.284	2.288	2.281	2.284
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)							Gr/cc	2.470	2.470	2.470	
19	Máx. densidad teórica de los agregados							Gr/cc	2.453	2.453	2.453	
20	% de vacíos con aire							%	7.54	7.38	7.65	7.52
21	Peso esp. Bulk del agregado total							Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total							Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total							Gr/cc	2.647	2.647	2.647	
24	Asfalto absorbido por el agregado total							%	0.30	0.30	0.30	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta							%	83.03	83.18	82.94	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta							%	9.42	9.44	9.41	
27	% de vacíos de agregado mineral							%	16.97	16.82	17.06	16.95
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla							%	4.21	4.21	4.21	
29	Relación betún vacíos							%	55.54	56.13	55.18	55.62
30	Lectura del aro							Pul.	110	111	113	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)							Kg.	467	471	480	
32	Factor de estabilidad								0.96	1.00	0.96	
33	Estabilidad corregida							Kg.	448	471	460	460
34	Lectura de flexímetro							Pul.	10	11	10	10
35	Fluencia							mm.	2.54	2.79	2.54	
36	Relación Estabilidad/Fluencia							mm.	1765	1687	1813	1755

Fuente: Elaborado por el investigador.

**Tabla 54: Dosificación del concreto asphaltico CON 10% RAP (C.A. 5.0)**

Grava Chancada <3/4"	31%	% Que Pasa el Tamiz								
Arena Chancada <1/4"	18%									
Arena Zarandeada <3/4"	41%									
Cemento Asphaltico PEN 60/70		1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla			100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2			100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0					
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32.57	32.57	32.57					
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	62.43	62.43	62.43					
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)	%	0.00	0.00	0.00					
6	Peso específico aparente del cemento asphaltico	Gr/cc	1.021	1.021	1.021					
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)	Gr/cc	2.670	2.670	2.670					
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)	Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2.698				
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)	Gr/cc	2.584	2.584	2.584					
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)	Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.598				
11	Peso específico aparente del filler	Gr/cc								
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6.4	6.5	6.3					
13	Peso de la probeta en el aire	Gr.	1194.5	1194.5	1194.5					
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	Gr.	1195.4	1196.3	1196.2					
15	Peso de la probeta en el agua	Gr.	681.3	682.8	683.1					
16	Volumen de la probeta	Cc.	514.1	513,5	513.1					
17	Peso unitario de la probeta	Gr/cc	2.322	2.326	2.328	2.325				
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)	Gr/cc	2.461	2.461	2.461					
19	Máx. densidad teórica de los agregados	Gr/cc	2.435	2.435	2.435					
20	% de vacíos con aire	%	5.68	5.49	5.42	5.53				
21	Peso esp. Bulk del agregado total	Gr/cc	2.627	2.627	2.627					
22	Peso esp. aparente del agregado total	Gr/cc	2.641	2.641	2.641					
23	Peso esp. efectivo del agregado total	Gr/cc	2.659	2.659	2.659					
24	Asfalto absorbido por el agregado total	%	0.47	0.47	0.47					
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta	%	83.96	84.13	84.19					
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta	%	10.36	10.38	10.39					
27	% de vacíos de agregado mineral	%	16.04	15.87	15.81	15.91				
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla	%	4.56	4.56	4.56					
29	Relación betún vacíos	%	64.58	65.39	65.72	65.23				
30	Lectura del aro	Pul.	130	132	134					
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	Kg.	551	559	568					
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00					
33	Estabilidad corregida	Kg.	551	559	568	559				
34	Lectura de flexímetro	Pul.	12	12	12	12				
35	Fluencia	mm.	3.05	3.05	3.05					
36	Relación Estabilidad/Fluencia	mm.	1807	1865	1862	1862				

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**Tabla 55: Dosificación del concreto asfaltico con 10% RAP (C.A. 5.5)**

Grava Chancada <3/4"	31%	% Que Pasa el Tamiz							
Arena Chancada <1/4"	18%								
Arena Zarandeada <3/4"	41%								
Cemento Asfaltico PEN 60/70	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla		100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2		100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta				#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla				%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)				%	32.40	32.40	32.40	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)				%	62.10	62.10	62.10	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)				%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico				Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)				Gr/cc	2.670	2.670	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)				Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2.684
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)				Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)				Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.598
11	Peso específico aparente del filler				Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta				cm.	6.1	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire				Gr.	1193.52	1194.6	1194	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca				Gr.	1195.6	1197.1	1196.3	
15	Peso de la probeta en el agua				Gr.	686.6	687.5	687.1	
16	Volumen de la probeta				Cc.	509	509.6	509.2	
17	Peso unitario de la probeta				Gr/cc	2.345	2.344	2.345	2.345
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)				Gr/cc	2.451	2.451	2.451	
19	Máx. densidad teórica de los agregados				Gr/cc	2.418	2.418	2.418	
20	% de vacíos con aire				%	4.33	4.36	4.33	4.34
21	Peso esp. Bulk del agregado total				Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total				Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total				Gr/cc	2.669	2.669	2.669	
24	Asfalto absorbido por el agregado total				%	0.61	0.61	0.61	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta				%	84.35	84.33	84.36	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta				%	11.31	11.31	11.32	
27	% de vacíos de agregado mineral				%	15.65	15.67	15.64	15.65
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla				%	4.93	4.93	4.93	
29	Relación betún vacíos				%	72.32	72.19	72.32	72.28
30	Lectura del aro				Pul.	174	173	171	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)				Kg.	735	731	723	
32	Factor de estabilidad					1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida				Kg.	735	731	723	730
34	Lectura de flexímetro				Pul.	14	13	13	13
35	Fluencia				mm.	3.56	3.30	3.30	
36	Relación Estabilidad/Fluencia				mm.	2067	2214	2188	2157

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**Tabla 56: Dosificación del concreto asfaltico con 10% RAP (C.A. 6.0)**

Grava Chancada <3/4"		31%	% Que Pasa el Tamiz								
Arena Chancada <1/4"		18%									
Arena Zarandeada <3/4"		41%									
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta						#	1	2	3	Prom
2	C.A. en peso de la mezcla						%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)						%	32.23	32.23	32.23	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)						%	61.77	61.77	61.77	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)						%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico						Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)						Gr/cc	2.667	2.667	2.667	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)						Gr/cc	2.698	2.707	2.707	2.707
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)						Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)						Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.612
11	Peso específico aparente del filler						Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta						cm.	6.1	6.1	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire						Gr.	1194.8	1195	1193.9	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca						Gr.	1196.5	1196.7	1195.4	
15	Peso de la probeta en el agua						Gr.	686	686.8	686.1	
16	Volumen de la probeta						Cc.	510.5	509.9	509.3	
17	Peso unitario de la probeta						Gr/cc	2.340	2.344	2.344	2.343
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)						Gr/cc	2.440	2.440	2.440	
19	Máx. densidad teórica de los agregados						Gr/cc	2.400	2.400	2.400	
20	% de vacíos con aire						%	4.08	3.96	3.93	4.07
21	Peso esp. Bulk del agregado total						Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total						Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total						Gr/cc	2.678	2.678	2.678	
24	Asfalto absorbido por el agregado total						%	0.74	0.74	0.74	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta						%	83.75	83.86	83.89	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta						%	12.16	12.18	12.18	
27	% de vacíos de agregado mineral						%	16.25	16.14	16.11	17.23
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla						%	5.31	5.31	5.31	
29	Relación betún vacíos						%	74.87	75.49	75.61	75.32
30	Lectura del aro						Pul.	170	171	172	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)						Kg.	718	723	727	
32	Factor de estabilidad							1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida						Kg.	718	723	727	723
34	Lectura de flexímetro						Pul.	14	1514	15	14
35	Fluencia						mm.	3.56	3.56	3.81	
36	Relación Estabilidad/Fluencia						mm.	2020	2032	1908	1987

**Fuente: Elaborado por el investigador.**



**Tabla 57: Dosificación del concreto asfaltico con 10% RAP (C.A. 6.5)**

Grava Chancada <3/4"		31%	% Que Pasa el Tamiz								
Arena Chancada <1/4"		18%									
Arena Zarandeada <3/4"		41%									
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta						#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla						%	6.5	6.5	6.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)						%	32.06	32.06	32.06	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)						%	61.44	61.44	61.44	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)						%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico						Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)						Gr/cc	2.670	2.670	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)						Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2.698
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)						Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)						Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.612
11	Peso específico aparente del filler						Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta						cm.	6.36	6.34	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire						Gr.	1195.3	1196.3	1194.9	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca						Gr.	1197.3	1198	1196.4	
15	Peso de la probeta en el agua						Gr.	683.2	684.1	682.1	
16	Volumen de la probeta						Cc.	514.1	513.9	514.3	
17	Peso unitario de la probeta						Gr/cc	2.325	2.328	2.323	2.325
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)						Gr/cc	2.424	2.424	2.424	
19	Máx. densidad teórica de los agregados						Gr/cc	2.383	2.383	2.383	
20	% de vacíos con aire						%	4.08	3.96	4.15	4.07
21	Peso esp. Bulk del agregado total						Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total						Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total						Gr/cc	2.680	2.680	2.680	
24	Asfalto absorbido por el agregado total						%	0.77	0.77	0.77	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta						%	82.76	82.86	82.70	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta						%	13.16	13.18	13.15	
27	% de vacíos de agregado mineral						%	17.24	17.14	17.3	17.23
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla						%	5.78	5.78	5.78	
29	Relación betún vacíos						%	76.33	76.87	76.01	76.40
30	Lectura del aro						Pul.	132	130	132	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)						Kg.	559	551	559	
32	Factor de estabilidad							1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida						Kg.	559	551	559	556
34	Lectura de flexímetro						Pul.	14	15	15	15
35	Fluencia						mm.	3.56	3.81	3.81	
36	Relación Estabilidad/Fluencia						mm.	1573	1446	1468	1495

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**TABLA 58: RESUMEN DE DOSIFICACION DE MEZCLA CON 10% DE RAP**

Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Peso Unitario	2284	2325	2345	2343	2325
% vacíos aire	7.52	5.53	4.34	3.99	4.07
% vacíos agregado mineral	16.95	15.91	15.65	16.17	17.23
% vacíos cemento asfaltico	55.62	65.23	72.28	75.32	76.40
flujo	2.62	3.05	3.39	3.64	3.73
estabilidad	460	559	730	723	556

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

De la tabla 58, se observa el resumen de dosificación de la mezcla asfáltica con el 10% de pavimento asfaltico reciclado (RAP), con sus diferentes porcentajes de asfalto que varían desde 4.5% hasta el 6.5% con una diferencia de 0.5%.

Con los resultados obtenidos de la dosificación de la mezcla asfáltica con 10% de pavimento asfaltico reciclado (RAP), se determinó el óptimo contenido de asfalto que debe tener la mezcla y la cual será comparada con la mezcla patrón para determinar si es factible el diseño con reciclaje.

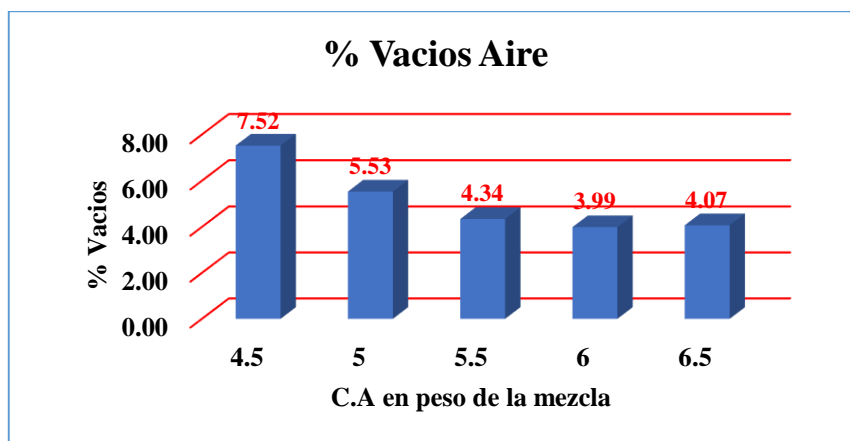
Para poder determinar el óptimo contenido de asfalto de la mezcla con 10% de RAP, se hizo uso de las gráficas Marshall, a través de estas graficas se determinó también el peso unitario de la mezcla, los porcentajes de vacíos de aire, los porcentajes de vacíos del agregado mineral, porcentaje de vacíos del cemento asfaltico, la estabilidad y el flujo que debe tener dicha mezcla.

A continuación se muestra en la figura 22 la gráfica Marshall del % de vacíos de aire, de igual manera en las figuras 23, 24, 25,26 y 27 las demás propiedades de la mezcla asfáltica con el 10% de RAP.

**Tabla 59: % Vacíos de Aire de la Mezcla con 10% de RAP**

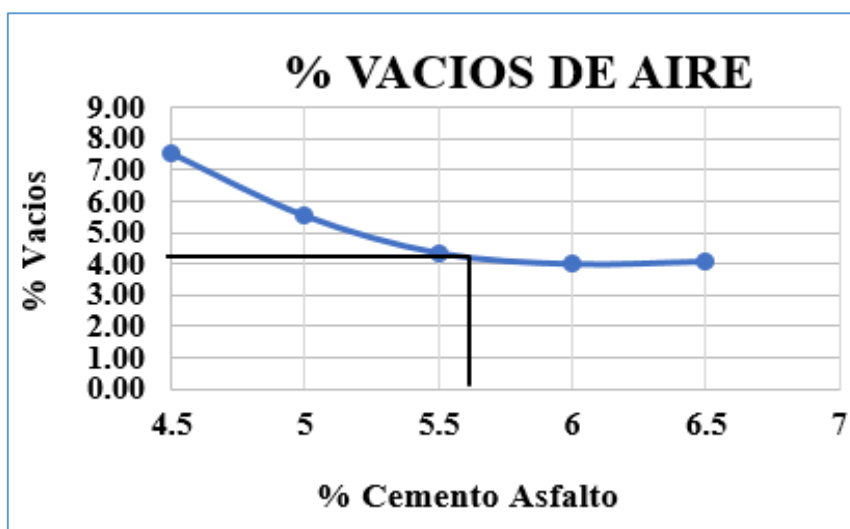
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% Vacíos de Aire	7.52	5.53	4.34	3.99	4.07

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 21: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador.



**Figura 22: Grafico del % de Vacíos de Aire.**

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la figura 22, se determinó el % de Vacíos de aire de la mezcla asfáltica patrón, de la cual se determinó que para un % de cemento asfáltico del 5.6%, se tiene un % de vacíos del 4.40%, cumpliendo con los parámetros establecidos por la norma que estipula que el % de vacíos debe estar entre 3 y 5%.

**Tabla 60: Peso Unitario de la Mezcla con 10% de RAP**

Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Peso Unitario	2284	2325	2345	2343	2325

Fuente: Elaborado por el investigador

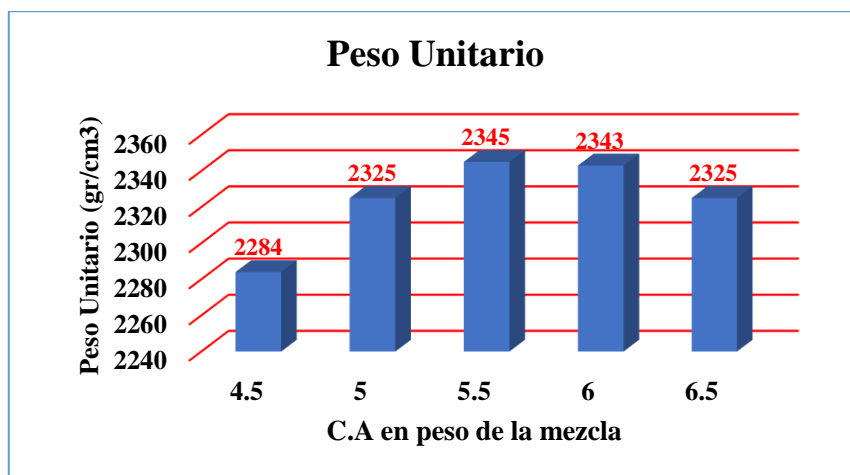


Figura 23: % vacíos de aire

Fuente: Elaborado por el investigador

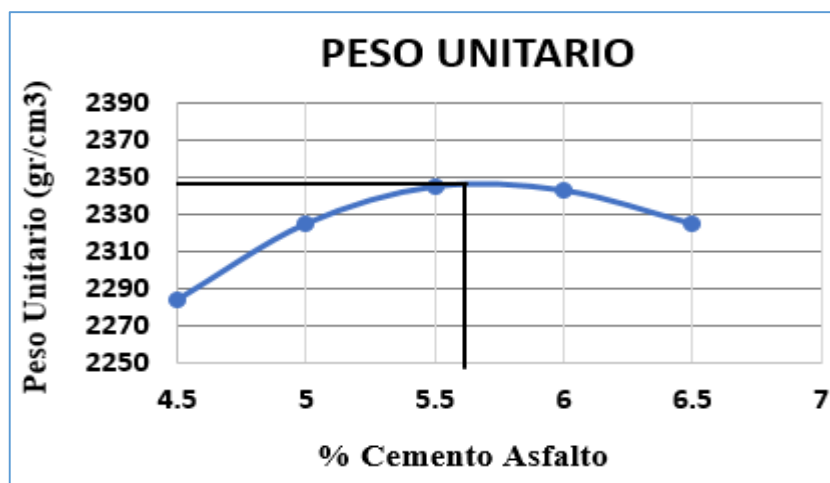


Figura 24: Peso Unitario vs % Cemento Asfaltico

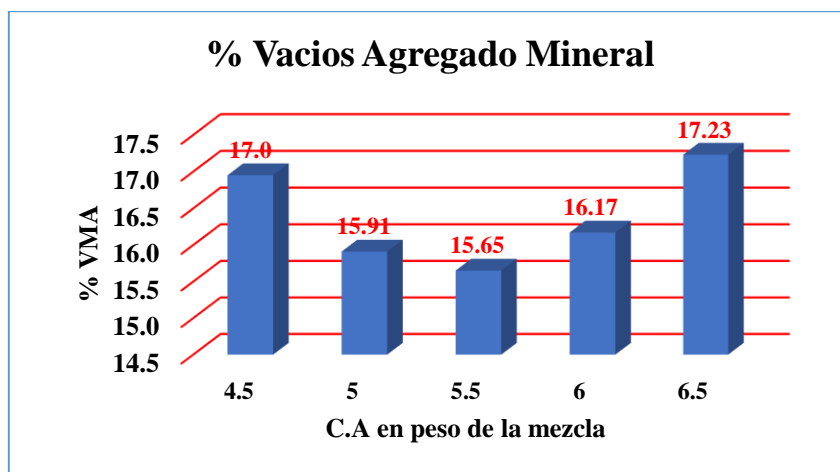
Fuente: Elaborado por el investigador.

De la figura 24 se observa la gráfica Marshall para el peso unitario, en la cual se determina el peso unitario vs el porcentaje de cemento asfaltico en cada quiebre de curva se intersecta una línea para determinar el peso unitario teniendo como resultado un peso unitario de 2352kg.

**Tabla 61: %VMA de la Mezcla con 10% de RAP**

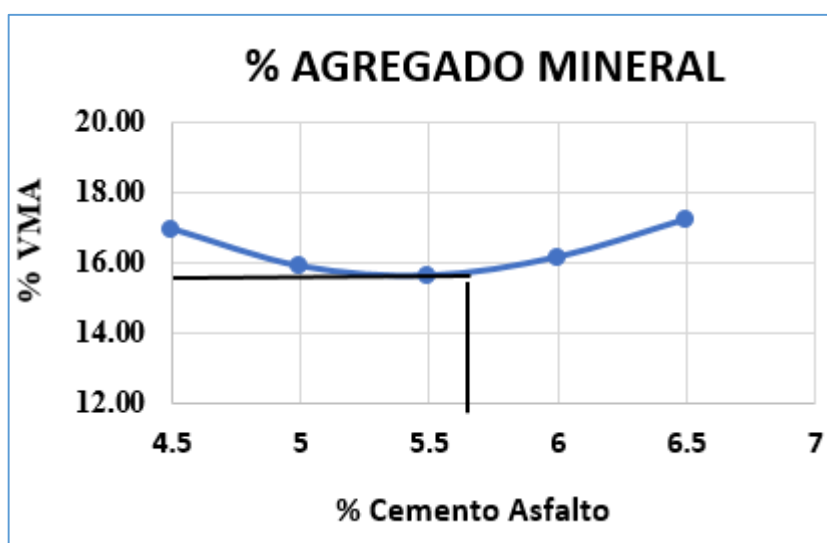
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% VMA	17	15.91	15.65	16.17	17.23

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 25: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura26: % Vacíos Agregado Mineral vs % Cemento Asfáltico.**

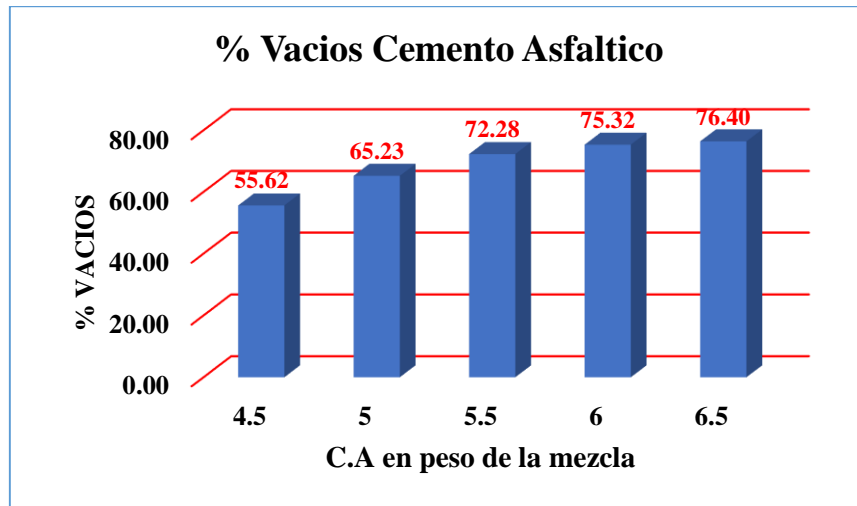
Fuente: Elaborado por el investigador.

De la figura 26, se determinó que para un porcentaje de asfalto del 5.7% se obtiene un porcentaje de agregado mineral del 16.1%, cumpliendo con el parámetro establecido por la normal que manda como mínimo un 14% de % de agregado mineral.

**Tabla 62: % Vacíos Cemento Asfáltico de la Mezcla con 10% de RAP**

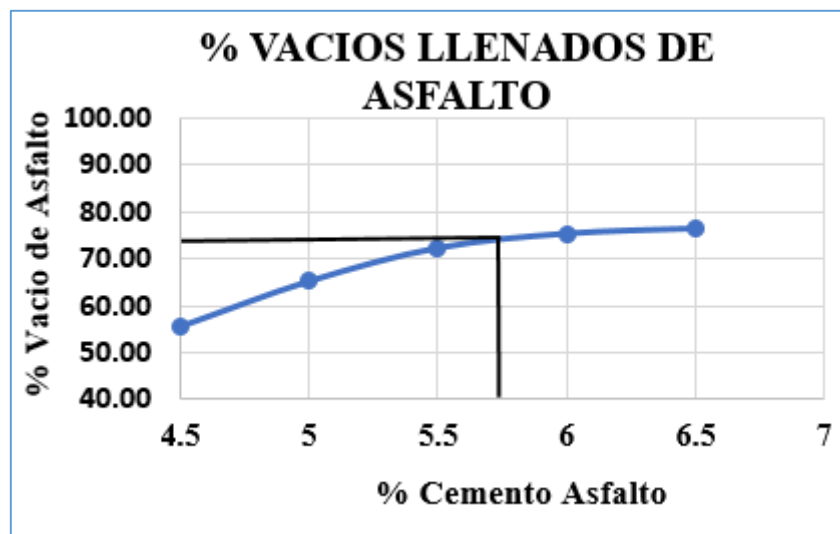
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% Vacíos C.A	55.62	65.23	72.28	75.32	76.40

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 27: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 28: % Vacíos Llenados de Asfalto vs % Cemento Asfalto**

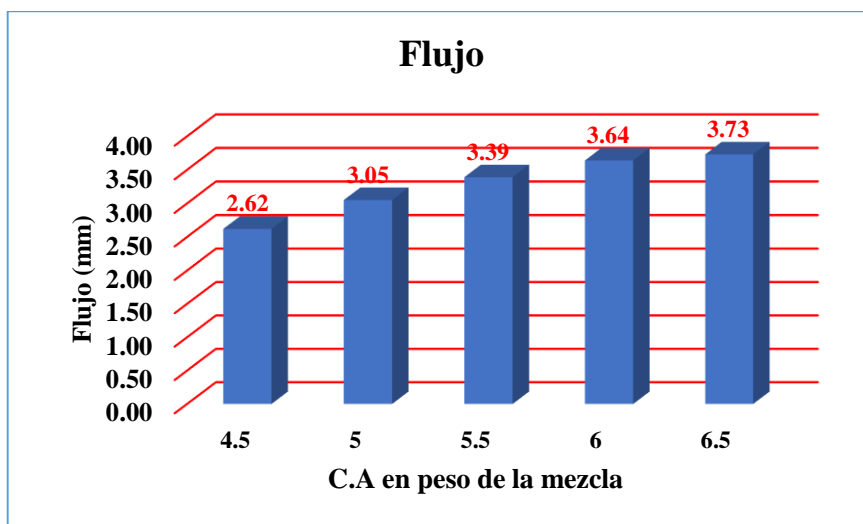
Fuente: Elaborado por el investigador.

De la figura 28, se observa que para un porcentaje de asfalto del 5.7% se obtiene un porcentaje de vacíos llenos de asfalto de 76%, encontrándose dentro de los límites de las especificaciones establecidos por la norma, la cual establece un mínimo de 65% y máximo de 75%.

**Tabla 63: Flujo de la Mezcla con 10% de RAP**

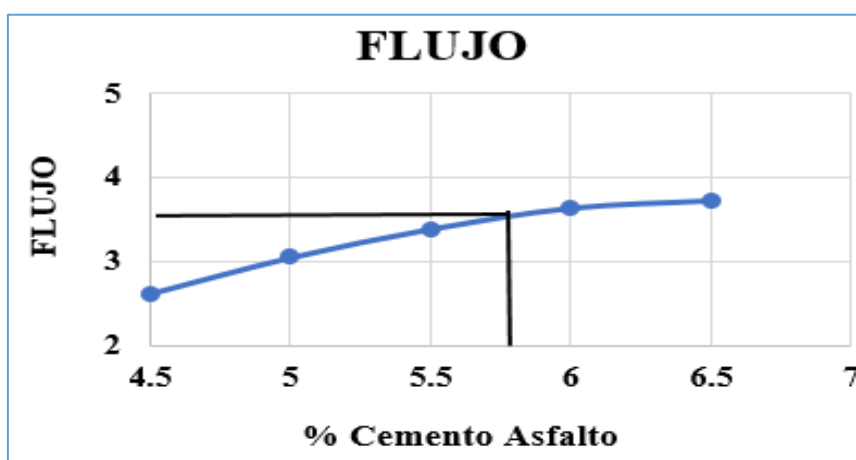
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Flujo	2.62	3.05	3.39	3.64	3.73

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 29: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 30: Flujo vs % Cemento Asfaltico**

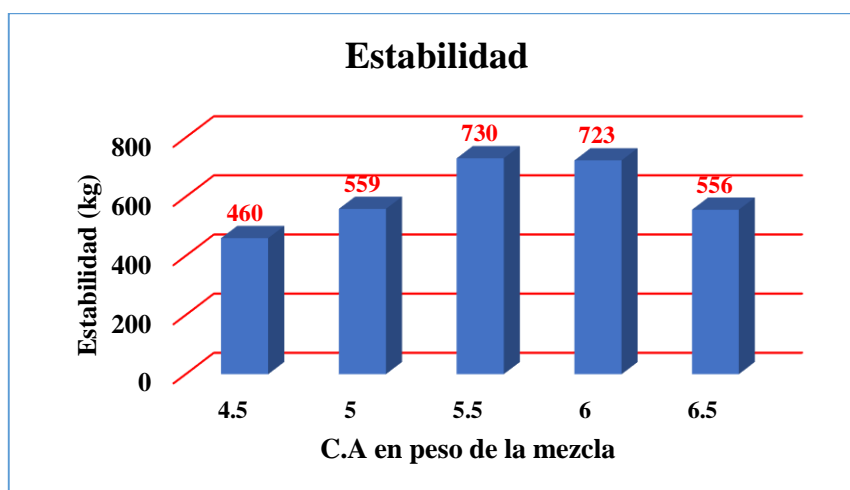
Fuente: Elaborado por el investigador.

De la figura 30, se concluye que para un porcentaje de asfalto del 5.8% se obtiene un flujo de 3.63 mm, encontrándose dentro de los límites de las especificaciones establecidos por la norma, la cual establece un mínimo de 2mm y máximo de 4mm.

**Tabla 64: Estabilidad de la Mezcla con 10% de RAP**

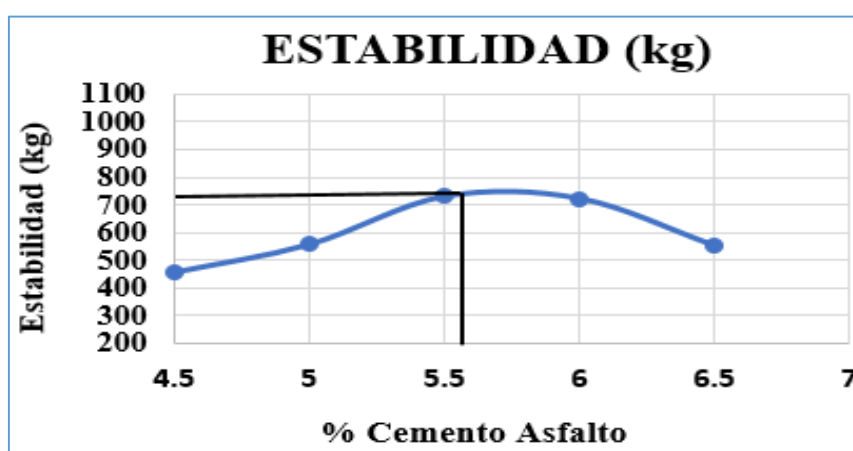
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Estabilidad	460	559	730	723	556

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 31: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 32: % Vacíos vs % Cemento Asfáltico**

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la figura 32, se determinó que para un porcentaje de asfalto del 5.7% se obtiene una estabilidad de 775kg, encontrándose fuera de los parámetros establecidos por la norma la cual establece una estabilidad mínima de 831kg.

De los gráficos Marshall anteriormente estudiados se determinaron los diferentes porcentajes de diseño que se pueden observar en la tabla 49.



**TABLA 65: RESULTADOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA CON 10% DE RAP**

<i>Parámetro de Diseño</i>	<b>Clase de Mezcla A</b>	<b>Resultado Teórico</b>	<b>Conclusión</b>
<b>Contenido Óptimo de Asfalto</b>		<b>5.9 %</b>	
<b>Compactación, # de golpes en cada lado</b>	75	75	ok
<b>Estabilidad (mínimo)</b>	831 kg	775 kg	no
<b>Flujo 0.01" (0.25 mm)</b>	2-4	3.63	ok
<b>Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)</b>	3-5	4.4	ok
<b>Vacíos en el agregado Mineral VMA</b>	Min. 14%	16.10	ok

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la tabla 49 se observa que todos los resultados obtenidos de las gráficas Marshall no cumplen con los parámetros establecidos en la Mezcla A, siendo la estabilidad de 775kg la que no cumple con el mínimo de 831kg.

A continuación se presenta una comparación de los resultados de la mezcla patrón y la mezcla con 10% de pavimento reciclado (RAP), la comparación de resultados se pueden observar en la tabla 50.

**TABLA 66: COMPARACION DE LOS PARAMETROS DE MEZCLA CON Y SIN RAP**

<b>PARÁMETRO DE DISEÑO</b>	<b>MARSHALL</b>	<b>MEZCLA PATRON</b>	<b>MEZCLA CON 10% RAP</b>
<b>Contenido Óptimo de Asfalto</b>		<b>5.8%</b>	<b>5.9 %</b>
<b>Compactación, # de golpes en cada lado</b>	75	75	75
<b>Estabilidad (mínimo)</b>	831 kg	1100 kg	775 Kg
<b>Flujo 0.01" (0.25 mm)</b>	2-4	3.30	3.50
<b>Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)</b>	3-5	4	4.4
<b>Vacíos en el agregado Mineral VMA</b>	Min. 14%	15	16.10

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la tabla 66 se pudo observar una diferencia del porcentaje óptimo de asfalto de un 0.4%, los % de vacíos de aire presentadas en las dos mezclas cumplen con el parámetro establecido, al igual vacíos en el agregado mineral y el flujo. La estabilidad de 775kg está por debajo de la mínima de 831 kg, por lo cual no cumple con el parámetro establecido por norma ni con el diseño patrón.

**Tabla 67: Dosificación del concreto asfaltico con 20% RAP (C.A. 4.5)**

Grava Chancada <3/4"		28%	% Que Pasa el Tamiz									
Arena Chancada <1/4"		15%										
Arena Zarandeada <3/4"		37%										
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200	
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7	
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
1	Numero de probeta							#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla							%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)							%	32.74	32.74	32.74	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)							%	62.76	62.76	62.76	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)							%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico							Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)							Gr/cc	2.670	2.670	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)							Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2698
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)							Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)							Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.612
11	Peso específico aparente del filler							Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta							cm.	6.4	6.5	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire							Gr.	1211	1210	1210	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca							Gr.	1216.5	1215.5	1215.6	
15	Peso de la probeta en el agua							Gr.	689	685	684	
16	Volumen de la probeta							Cc.	527.5	530.4	531.6	
17	Peso unitario de la probeta							Gr/cc	2.296	2.281	2.276	2.284
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)							Gr/cc	2.470	2.470	2.470	
19	Máx. densidad teórica de los agregados							Gr/cc	2.453	2.453	2.453	
20	% de vacíos con aire							%	7.06	7.65	7.86	7.52
21	Peso esp. Bulk del agregado total							Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total							Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total							Gr/cc	2.647	2.647	2.647	
24	Asfalto absorbido por el agregado total							%	0.30	0.30	0.30	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta							%	83.46	82.94	82.75	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta							%	9.47	9.41	9.39	
27	% de vacíos de agregado mineral							%	16.54	17.06	17.25	16.95
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla							%	4.21	4.21	4.21	
29	Relación betún vacíos							%	67.28	55.17	54.45	55.64
30	Lectura del aro							Pul.	115	112	110	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)							Kg.	488	475	467	
32	Factor de estabilidad								0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad corregida							Kg.	469	456	448	458
34	Lectura de flexímetro							Pul.	14	15	15	15
35	Fluencia							mm.	3.56	3.81	3.81	
36	Relación Estabilidad/Fluencia							mm.	1318	1198	1177	1231

Fuente: Elaborado por el investigador.

**Tabla 68: Dosificación del concreto asfaltico CON 20% RAP (C.A. 5.0)**

Grava Chancada <3/4"		28%	% Que Pasa el Tamiz								
Arena Chancada <1/4"		15%									
Arena Zarandeada <3/4"		37%									
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta						#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla						%	5	5	5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)						%	32.74	32.74	32.74	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)						%	62.76	62.76	62.76	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)						%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico						Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)						Gr/cc	2.670	2.670	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)						Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2698
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)						Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)						Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.612
11	Peso específico aparente del filler						Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta						cm.	6.4	6.5	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire						Gr.	1210.6	1209	1210.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca						Gr.	1214.5	1216	1215.0	
15	Peso de la probeta en el agua						Gr.	693.2	695.6	694.2	
16	Volumen de la probeta						Cc.	521.3	520.4	520.8	
17	Peso unitario de la probeta						Gr/cc	2.322	2.323	2.324	2.323
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)						Gr/cc	2.461	2.461	2.461	
19	Máx. densidad teórica de los agregados						Gr/cc	2.435	2.435	2.435	
20	% de vacíos con aire						%	5.65	5.61	5.57	5.61
21	Peso esp. Bulk del agregado total						Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total						Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total						Gr/cc	2.659	2.659	2.659	
24	Asfalto absorbido por el agregado total						%	0.47	0.47	0.47	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta						%	83.98	84.02	84.06	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta						%	10.36	10.37	10.37	
27	% de vacíos de agregado mineral						%	16.02	15.98	15.94	15.98
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla						%	4.56	4.56	4.56	
29	Relación betún vacíos						%	64.71	64.87	65.06	64.88
30	Lectura del aro						Pul.	132	133	135	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)						Kg.	559	563	572	
32	Factor de estabilidad							1	1	1	
33	Estabilidad corregida						Kg.	559	563	572	565
34	Lectura de flexímetro						Pul.	15	14	14	14
35	Fluencia						mm.	3.81	3.56	3.56	
36	Relación Estabilidad/Fluencia						mm.	1468	1584	1608	1553

Fuente: Elaborado por el investigador.

**Tabla 69: Dosificación del concreto asfaltico con 20% RAP (.A. 5.5)**

Grava Chancada <3/4"		28%	% Que Pasa el Tamiz									
Arena Chancada <1/4"		15%										
Arena Zarandeada <3/4"		37%										
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200	
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7	
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
1	Numero de probeta							#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla							%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)							%	32.74	32.74	32.74	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)							%	62.76	62.76	62.76	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)							%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico							Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)							Gr/cc	2.670	2.670	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)							Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2698
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)							Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)							Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.612
11	Peso específico aparente del filler							Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta							cm.	6.4	6.5	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire							Gr.	1212	1213	1211	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca							Gr.	1212.5	1214	1212	
15	Peso de la probeta en el agua							Gr.	699.1	699.3	700.6	
16	Volumen de la probeta							Cc.	513.4	514.7	511.4	
17	Peso unitario de la probeta							Gr/cc	2.361	2.357	2.368	2.362
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)							Gr/cc	2.451	2.451	2.451	
19	Máx. densidad teórica de los agregados							Gr/cc	2.418	2.418	2.418	
20	% de vacíos con aire							%	3.68	3.85	3.39	3.64
21	Peso esp. Bulk del agregado total							Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total							Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total							Gr/cc	2.669	2.669	2.669	
24	Asfalto absorbido por el agregado total							%	0.61	0.61	0.61	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta							%	84.93	84.78	85.19	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta							%	11.39	11.37	11.43	
27	% de vacíos de agregado mineral							%	15.07	15.22	14.81	15.03
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla							%	4.93	4.93	4.93	
29	Relación betún vacíos							%	75.57	74.73	77.15	75.82
30	Lectura del aro							Pul.	175	177	175	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)							Kg.	739	748	739	
32	Factor de estabilidad								1	1	1	
33	Estabilidad corregida							Kg.	739	748	739	742
34	Lectura de flexímetro							Pul.	15	14	14	14
35	Fluencia							mm.	3.56	3.56	3.30	
36	Relación Estabilidad/Fluencia							mm.	2079	2103	2239	2140

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**Tabla 70: Dosificación del concreto asfaltico con 20% RAP (C.A. 6.0)**

Grava Chancada <3/4"		28%	% Que Pasa el Tamiz								
Arena Chancada <1/4"		15%									
Arena Zarandeada <3/4"		37%									
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta						#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla						%	6	6	6	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)						%	32.74	32.74	32.74	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)						%	62.76	62.76	62.76	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)						%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico						Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)						Gr/cc	2.670	2.670	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)						Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2698
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)						Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)						Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.612
11	Peso específico aparente del filler						Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta						cm.	6.1	6.1	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire						Gr.	1213,6	1212,8	1211,6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca						Gr.	1214,3	1213,9	1212,8	
15	Peso de la probeta en el agua						Gr.	702.2	701.3	701.2	
16	Volumen de la probeta						Cc.	512.1	512.6	511.6	
17	Peso unitario de la probeta						Gr/cc	2.370	2.366	2.368	2.368
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)						Gr/cc	2.440	2.440	2.440	
19	Máx. densidad teórica de los agregados						Gr/cc	2.400	2.400	2.400	
20	% de vacíos con aire						%	2.88	3.04	2.94	2.95
21	Peso esp. Bulk del agregado total						Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total						Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total						Gr/cc	2.678	2.678	2.678	
24	Asfalto absorbido por el agregado total						%	0.74	0.74	0.74	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta						%	84.80	84.66	84.75	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta						%	12.32	12.30	12.31	
27	% de vacíos de agregado mineral						%	15.20	15.34	15.25	15.26
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla						%	5.31	5.31	5.31	
29	Relación betún vacíos						%	81.05	80.19	80.70	80.65
30	Lectura del aro						Pul.	170	172	173	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)						Kg.	718	727	729	
32	Factor de estabilidad							1	1	1	
33	Estabilidad corregida						Kg.	718	727	729	725
34	Lectura de flexímetro						Pul.	12	13	12	12
35	Fluencia						mm.	3.05	3.30	3.05	
36	Relación Estabilidad/Fluencia						mm.	2357	2201	2391	2317

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**Tabla 71: Dosificación del concreto asfaltico con 20% RAP (C.A. 6.5)**

Grava Chancada <3/4"		28%	% Que Pasa el Tamiz									
Arena Chancada <1/4"		15%										
Arena Zarandeada <3/4"		37%										
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200	
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7	
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
1	Numero de probeta							#	1	2	3	Prom
2	C.A. en peso de la mezcla							%	6.5	6.5	6.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)							%	32.74	32.74	32.74	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)							%	62.76	62.76	62.76	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)							%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico							Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)							Gr/cc	2.670	2.670	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)							Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2698
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)							Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)							Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.612
11	Peso específico aparente del filler							Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta							cm.	6.36	6.34	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire							Gr.	1210	1214.5	1213.4	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca							Gr.	1213	1215.5	1214.2	
15	Peso de la probeta en el agua							Gr.	697	698	700	
16	Volumen de la probeta							Cc.	516	517.5	514.2	
17	Peso unitario de la probeta							Gr/cc	2.345	2.347	2.360	2.351
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)							Gr/cc	2.424	2.424	2.424	
19	Máx. densidad teórica de los agregados							Gr/cc	2.83	2.383	2.383	
20	% de vacíos con aire							%	3.26	3.18	2.65	3.03
21	Peso esp. Bulk del agregado total							Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total							Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total							Gr/cc	2.680	2.680	2.680	
24	Asfalto absorbido por el agregado total							%	0.77	0.77	0.77	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta							%	83.47	83.53	83.99	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta							%	13.27	13.28	13.36	
27	% de vacíos de agregado mineral							%	16.53	16.47	16.01	16.34
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla							%	5.78	5.78	5.78	
29	Relación betún vacíos							%	80.28	80.68	83.45	81.47
30	Lectura del aro							Pul.	125	129	130	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)							Kg.	530	547	551	
32	Factor de estabilidad								1	1	1	
33	Estabilidad corregida							Kg.	530	547	551	543
34	Lectura de flexímetro							Pul.	11	10	10	10
35	Fluencia							mm.	2.54	2.79	2.54	
36	Relación Estabilidad/Fluencia							mm.	2086	1957	2169	2071

Fuente: Elaborado por el investigador.

**TABLA 72: RESUMEN DE DOSIFICACION DE MEZCLA CON 20% DE RAP**

Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Peso Unitario	2284	2323	2362	2368	2351
% vacíos aire	7.52	5.61	3.64	2.95	3.03
% vacíos agregado mineral	16.95	15.98	15.03	15.26	16.34
% vacíos cemento asfáltico	55.64	64.88	75.82	80.65	81.47
flujo	3.73	3.64	3.47	3.13	2.62
estabilidad	458	565	742	725	543

**Fuente: Elaborado por el investigado**

De la tabla 72, se observa el resumen de dosificación de la mezcla asfáltica con el 10% de pavimento asfáltico reciclado (RAP), con sus diferentes porcentajes de asfalto que varían desde 4.5% hasta el 6.5% con una diferencia de 0.5%.

Con los resultados obtenidos de la dosificación de la mezcla asfáltica con 20% de pavimento asfáltico reciclado (RAP), se determinó el óptimo contenido de asfalto que debe tener la mezcla y la cual será comparada con la mezcla patrón para determinar si es factible el diseño con reciclaje.

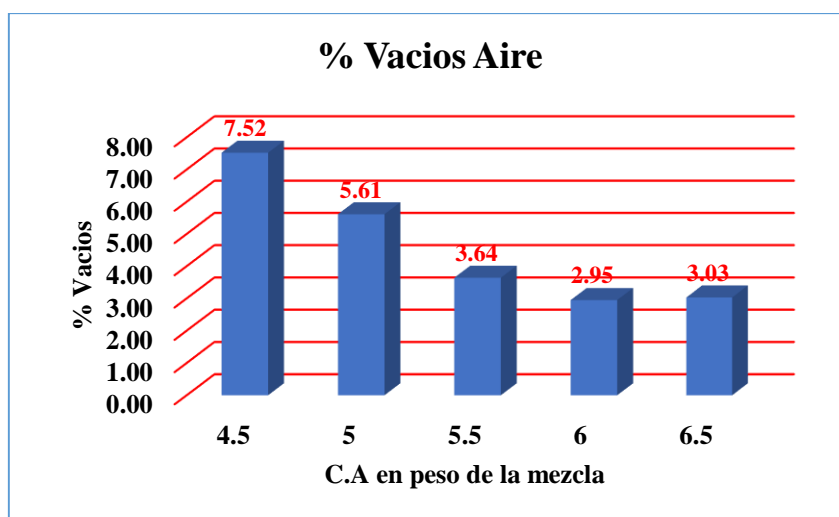
Para poder determinar el óptimo contenido de asfalto de la mezcla con 20% de RAP, se hizo uso de las gráficas Marshall, a través de estas graficas se determinó también el peso unitario de la mezcla, los porcentajes de vacíos de aire, los porcentajes de vacíos del agregado mineral, porcentaje de vacíos del cemento asfáltico, la estabilidad y el flujo que debe tener dicha mezcla.

A continuación se muestra en la figura 34 la gráfica Marshall del % de vacíos de aire, de igual manera en las figuras 35, 36, 37, 38 y 39 las demás propiedades de la mezcla asfáltica con el 20% de RAP.

**Tabla 73: % de Vacíos de la Mezcla con 20% de RAP**

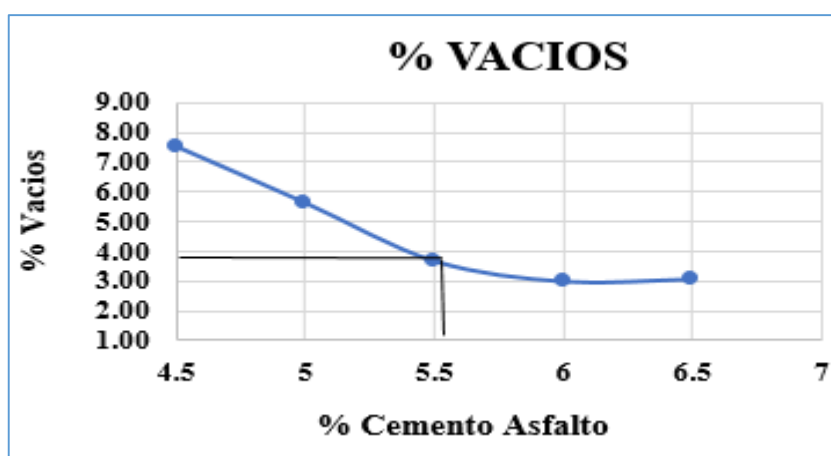
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% de Vacíos de Aire	7.52	5.61	3.64	2.95	3.03

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 33: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 34: % Vacíos vs % Cemento Asfáltico**

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la figura 34, se determinó el % de Vacíos de aire de la mezcla asfáltica patrón, de la cual se determinó que para un % de cemento asfáltico del 5.6%, se tiene un % de vacíos del 3.30 %, cumpliendo con los parámetros establecidos por la norma que estipula que el % de vacíos debe estar entre 3 y 5%.



**Tabla 74: Peso Unitario de la Mezcla con 20% de RAP**

Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Peso Unitario	2284	2323	2362	2368	2351

Fuente: Elaborado por el investigador

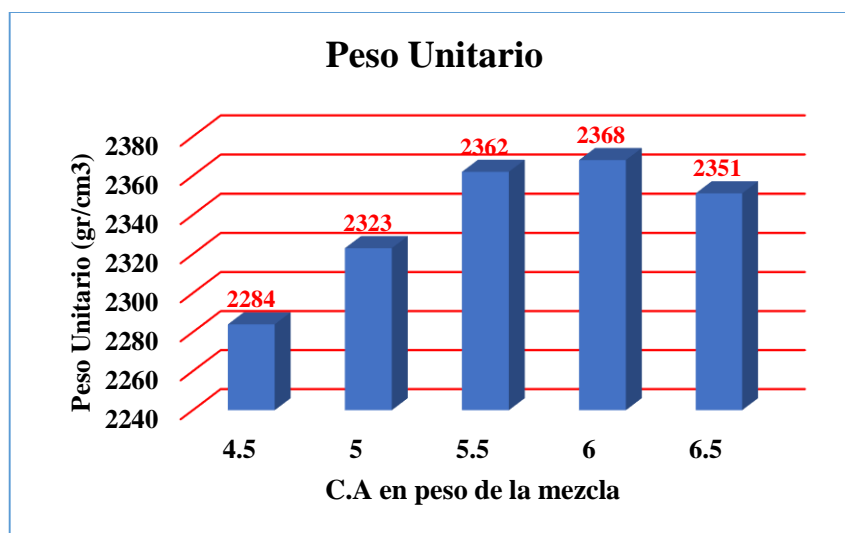


Figura 35: % vacíos de aire

Fuente: Elaborado por el investigador

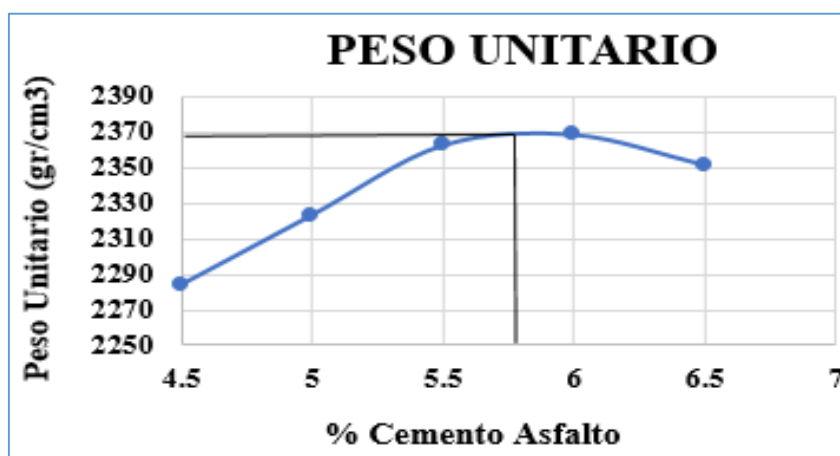


Figura 36: %Agregado Mineral vs % Cemento Asfaltico

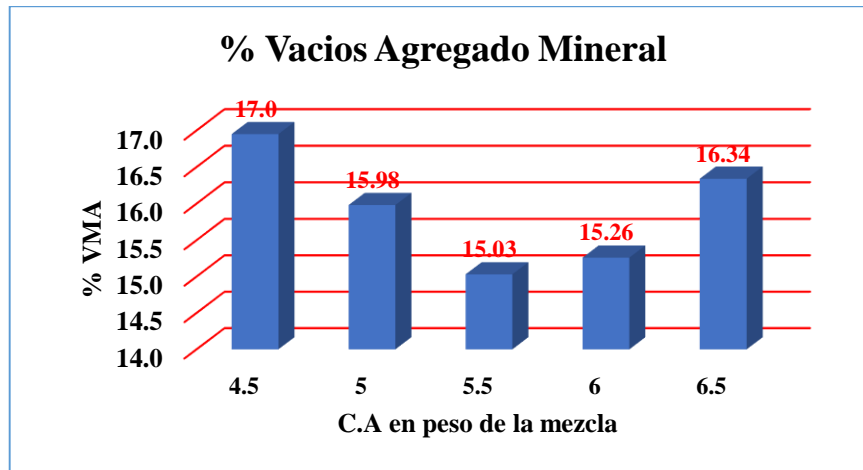
Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 36 se observa la gráfica Marshall para el peso unitario, en la cual se determina el peso unitario vs el porcentaje de cemento asfaltico en cada quiebre de curva se intersecta una línea para determinar el peso unitario teniendo como resultado un peso unitario de 2375kg.

**Tabla 75: % Vacíos Agregado Mineral de la Mezcla con 20% de RAP**

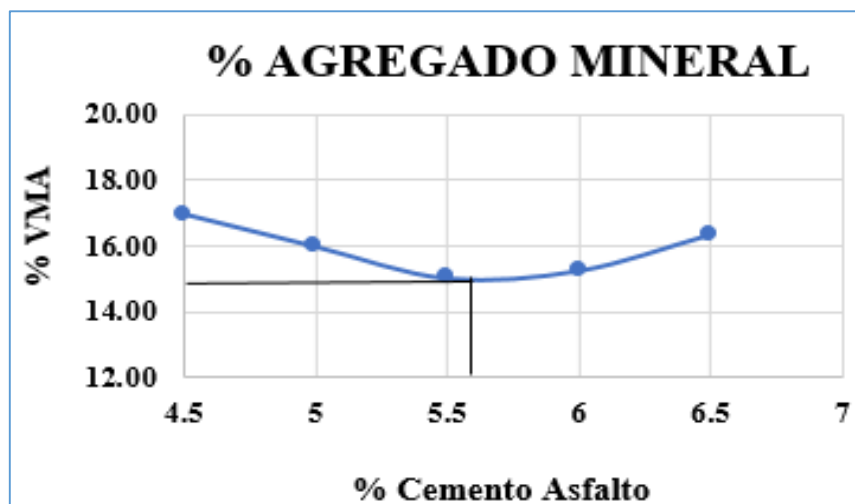
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% VMA	2284	2323	2362	2368	2351

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 37: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 38: %Agregado Mineral vs % Cemento Asfáltico**

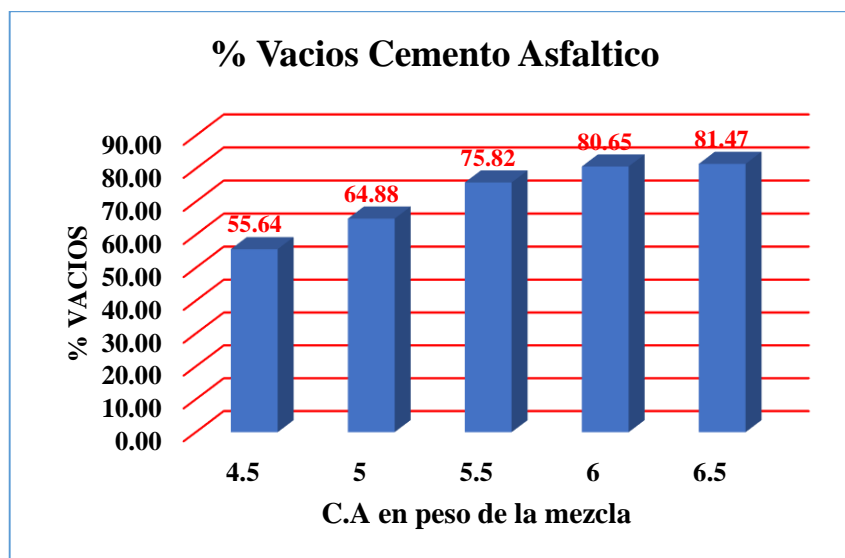
Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 38, se determinó que para un porcentaje de asfalto del 5.6% se obtiene un porcentaje de agregado mineral del 15.4%, cumpliendo con el parámetro establecido por la normal que manda como mínimo un 14% de % de agregado mineral.

**Tabla 76: % Vacíos Cemento Asfáltico de la Mezcla con 20% de RAP**

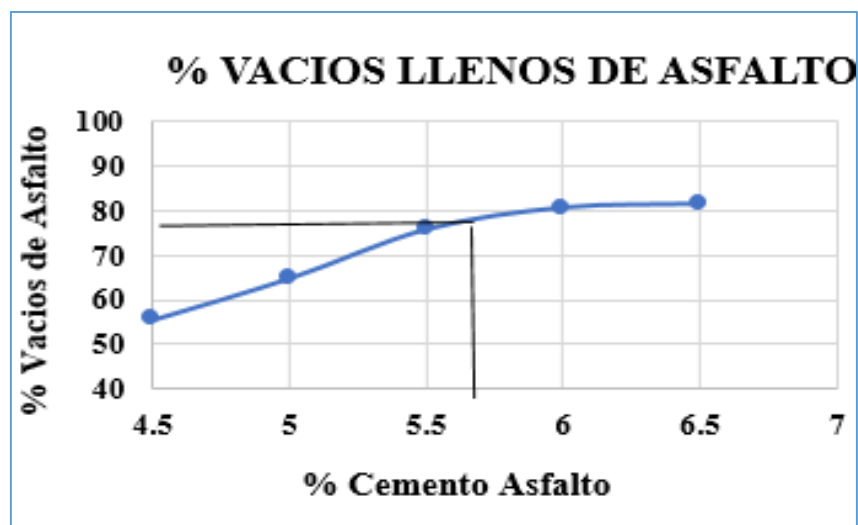
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% Vacíos C.A	55.64	64.88	75.82	80.65	81.47

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 39: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 40: %Vacíos Llenados de Asfalto vs % Cemento Asfáltico**

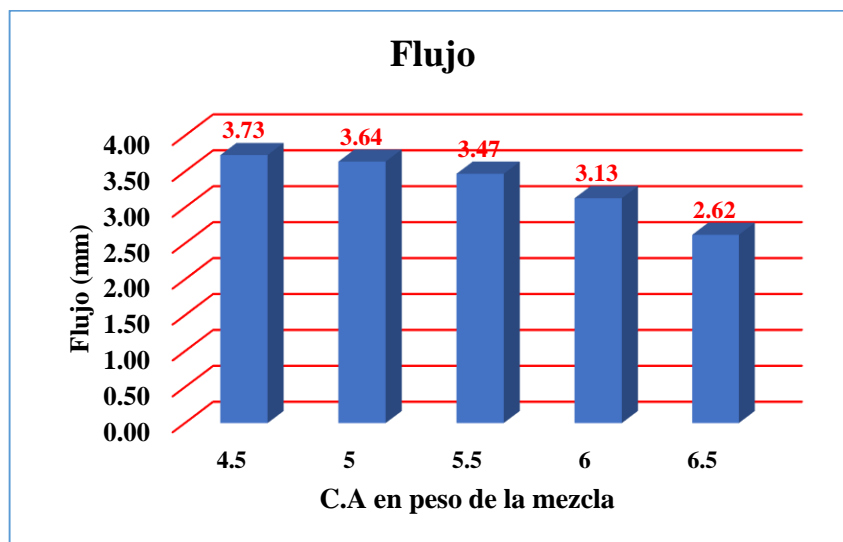
Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 40, se observa que para un porcentaje de asfalto del 5.7% se obtiene un porcentaje de vacíos llenos de asfalto de 81%, encontrándose fuera de los límites de las especificaciones establecidos por la norma, la cual establece un mínimo de 65% y máximo de 75%.

**Tabla 76: Flujo de la Mezcla con 20% de RAP**

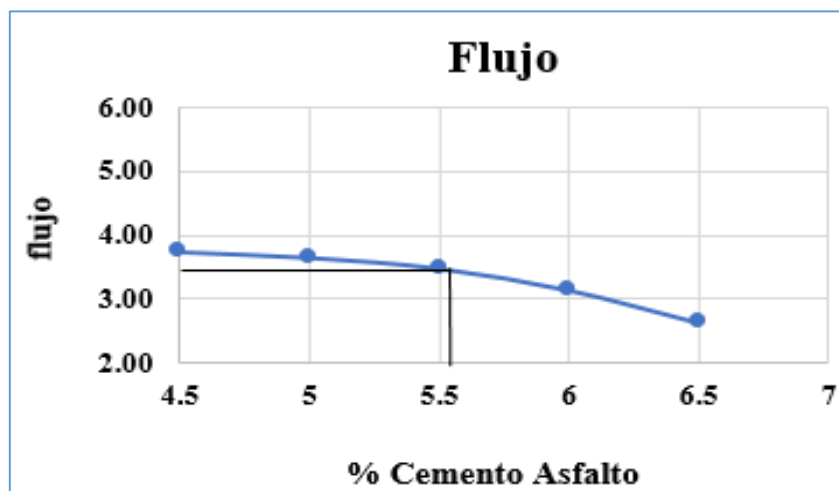
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% Vacíos C.A	55.64	64.88	75.82	80.65	81.47

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 41: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 42: Flujo vs % Cemento Asfaltico**

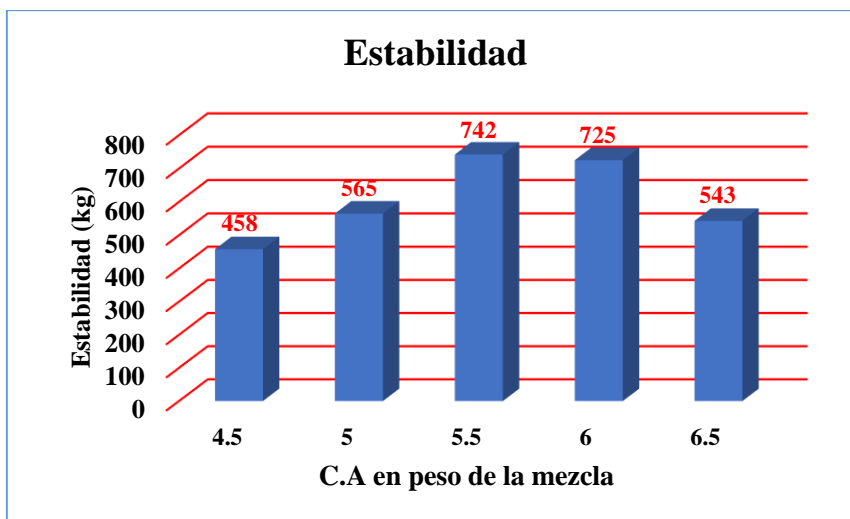
Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 42, se concluye que para un porcentaje de asfalto del 5.6% se obtiene un flujo de 3.68 mm, encontrándose dentro de los límites de las especificaciones establecidos por la norma, la cual establece un mínimo de 2mm y máximo de 4mm.

**Tabla 77: Estabilidad de la Mezcla con 20% de RAP**

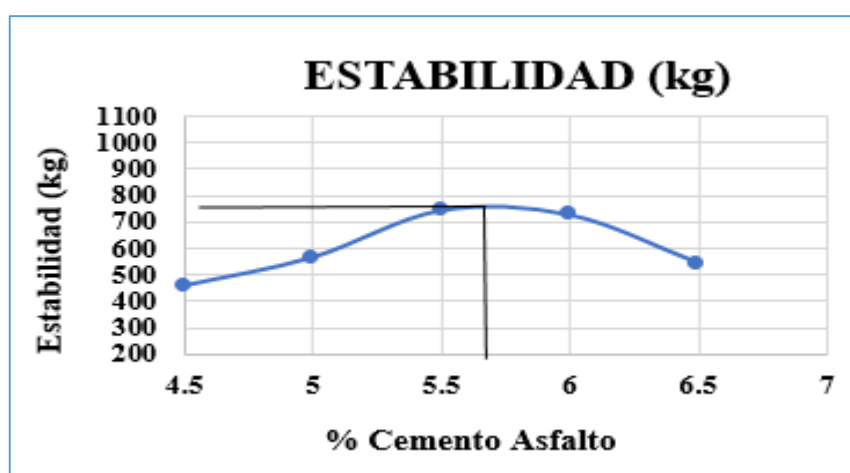
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% Vacíos C.A	55.64	64.88	75.82	80.65	81.47

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 43: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 44: Estabilidad vs % Cemento Asfáltico**

Fuente: Elaborado por el investigador

En la figura 44 se determinó la estabilidad para el diseño de mezcla con el 20% de reciclaje, teniendo un resultado de 784kg de estabilidad, estando por debajo de lo establecido por la norma de pavimentos que requiere una estabilidad mínima de 831kg, por lo que este diseño con el 20% de RAP no cumple con la estabilidad requerida.

**TABLA 78: RESULTADOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA CON 20% DE RAP**

<i>Parámetro de Diseño</i>	<b>Clase de Mezcla A</b>	<b>Resultado Teórico</b>	<b>Conclusión</b>
<b>Contenido Óptimo de Asfalto</b>		<b>5.85 %</b>	
<b>Compactación, # de golpes en cada lado</b>	75	75	ok
<b>Estabilidad (mínimo)</b>	831 kg	784 kg	no
<b>Flujo 0.01" (0.25 mm)</b>	2-4	3.68	ok
<b>Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)</b>	3-5	3.3	ok
<b>Vacíos en el agregado Mineral VMA</b>	Min. 14%	15.4	ok

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la tabla 78 se observa que todos los resultados obtenidos de las gráficas Marshall no cumplen con los parámetros establecidos en la Mezcla A, fallando en la estabilidad.

A continuación se presenta una comparación de los resultados de la mezcla patrón y la mezcla con 20% de pavimento reciclado (RAP), la comparación de resultados se pueden observar en la tabla 58.

**TABLA 79: COMPARACION DE LOS PARAMETROS DE MEZCLA CON Y SIN RAP**

<b>PARÁMETRO DE DISEÑO</b>	<b>Clase de Mezcla A</b>	<b>MEZCLA PATRON</b>	<b>MEZCLA CON 20% RAP</b>
<b>Contenido Óptimo de Asfalto</b>		<b>5.8 %</b>	<b>5.85 %</b>
<b>Compactación, # de golpes en cada lado</b>	75	75	75
<b>Estabilidad (mínimo)</b>	831 kg	1100 kg	784 Kg
<b>Flujo 0.01" (0.25 mm)</b>	2-4	3.30	3.68
<b>Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)</b>	3-5	4	3.3
<b>Vacíos en el agregado Mineral VMA</b>	Min. 14%	15	15.4

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la tabla 79 se pudo observar una diferencia del porcentaje óptimo de asfalto de un 0.05%, los % de vacíos de aire presentadas en las dos mezclas cumplen con el parámetro establecido, al igual que los vacíos en el agregado mineral y el flujo. La estabilidad de 784kg está por debajo de la mínima de 831 kg, por lo cual no cumple con el parámetro establecido por norma ni con el diseño patrón.

**Tabla 80: Dosificación del concreto asfaltico con 30% RAP (C.A. 4.5)**

Grava Chancada <3/4"		21%	% Que Pasa el Tamiz									
Arena Chancada <1/4"		14%										
Arena Zarandeada <3/4"		35%										
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200	
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7	
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
1	Numero de probeta							#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla							%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)							%	32.74	32.74	32.74	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)							%	62.76	62.76	62.76	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)							%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico							Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)							Gr/cc	2.677	2.677	2.677	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)							Gr/cc	2.707	2.707	2.707	2.707
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)							Gr/cc	2.590	2.590	2.590	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)							Gr/cc	2.630	2.630	2.630	2.630
11	Peso específico aparente del filler							Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta							cm.	6.4	6.5	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire							Gr.	1202.5	1198.7	1202.1	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca							Gr.	1203.7	1200.4	1204.8	
15	Peso de la probeta en el agua							Gr.	684.7	682.8	685.8	
16	Volumen de la probeta							Cc.	519	517.6	519	
17	Peso unitario de la probeta							Gr/cc	2.317	2.316	2.316	2.316
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)							Gr/cc	2.470	2.470	2.470	
19	Máx. densidad teórica de los agregados							Gr/cc	2.462	2.462	2.462	
20	% de vacíos con aire							%	6.21	6.25	6.24	6.23
21	Peso esp. Bulk del agregado total							Gr/cc	2.638	2.638	2.638	
22	Peso esp. aparente del agregado total							Gr/cc	2.656	2.656	2.656	
23	Peso esp. efectivo del agregado total							Gr/cc	2.647	2.647	2.647	
24	Asfalto absorbido por el agregado total							%	0.14	0.14	0.14	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta							%	83.89	83.85	83.86	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta							%	9.90	9.90	9.90	
27	% de vacíos de agregado mineral							%	16.11	16.15	16.14	16.13
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla							%	4.36	4.36	4.36	
29	Relación betún vacíos							%	61.48	61.30	61.35	61.37
30	Lectura del aro							Pul.	205	208	209	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)							Kg.	865	878	882	
32	Factor de estabilidad								1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida							Kg.	865	878	882	875
34	Lectura de flexímetro							Pul.	13	13	12	13
35	Fluencia							mm.	3.30	3.30	3.05	
36	Relación Estabilidad/Fluencia							mm.	2620	2658	2893	2724

Fuente: Elaborado por el investigador.

**Tabla 81: Dosificación del concreto asfaltico CON 30% RAP (C.A. 5.0)**

Grava Chancada <3/4"		21%	% Que Pasa el Tamiz									
Arena Chancada <1/4"		14%										
Arena Zarandeada <3/4"		35%										
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200	
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7	
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
1	Numero de probeta							#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla							%	5	5	5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)							%	32.57	32.57	32.57	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)							%	62.43	62.43	62.43	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)							%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico							Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)							Gr/cc	2.677	2.677	2.677	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)							Gr/cc	2.707	2.707	2.707	2.707
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)							Gr/cc	2.590	2.590	2.590	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)							Gr/cc	2.630	2.630	2.630	2.630
11	Peso específico aparente del filler							Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta							cm.	6.4	6.5	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire							Gr.	1196.5	1194.6	1198.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca							Gr.	1198.2	1195.8	1199.4	
15	Peso de la probeta en el agua							Gr.	682.9	683.6	685.2	
16	Volumen de la probeta							Cc.	515.3	512.2	514.2	
17	Peso unitario de la probeta							Gr/cc	2.322	2.332	2.330	2.328
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)							Gr/cc	2.461	2.461	2.461	
19	Máx. densidad teórica de los agregados							Gr/cc	2.444	2.444	2.444	
20	% de vacíos con aire							%	5.67	5.25	5.33	5.41
21	Peso esp. Bulk del agregado total							Gr/cc	2.638	2.638	2.638	
22	Peso esp. aparente del agregado total							Gr/cc	2.656	2.656	2.656	
23	Peso esp. efectivo del agregado total							Gr/cc	2.659	2.659	2.659	
24	Asfalto absorbido por el agregado total							%	0.31	0.31	0.31	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta							%	83.63	84.01	83.93	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta							%	10.70	10.75	10.74	
27	% de vacíos de agregado mineral							%	16.37	15.99	16.07	16.14
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla							%	4.71	4.71	4.71	
29	Relación betún vacíos							%	65.38	67.21	66.83	66.48
30	Lectura del aro							Pul.	225	229	228	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)							Kg.	949	966	961	
32	Factor de estabilidad								1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida							Kg.	865	878	882	875
34	Lectura de flexímetro							Pul.	14	14	13	14
35	Fluencia							mm.	3.56	3.56	3.30	
36	Relación Estabilidad/Fluencia							mm.	2668	2715	2912	2765

Fuente: Elaborado por el investigador.



**Tabla 82: Dosificación del concreto asfaltico con 30% RAP (C.A. 5.5)**

Grava Chancada <3/4"		21%	% Que Pasa el Tamiz								
Arena Chancada <1/4"		14%									
Arena Zarandeada <3/4"		35%									
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta						#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla						%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)						%	32.40	32.40	32.40	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)						%	62.10	62.10	62.10	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)						%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico						Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)						Gr/cc	2.677	2.677	2.677	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)						Gr/cc	2.707	2.707	2.707	2.707
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)						Gr/cc	2.590	2.590	2.590	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)						Gr/cc	2.630	2.630	2.630	2.630
11	Peso específico aparente del filler						Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta						cm.	6.1	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire						Gr.	1182.9	1184.7	1183.3	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca						Gr.	1183.8	1185.9	1184.5	
15	Peso de la probeta en el agua						Gr.	683.7	684.7	683.8	
16	Volumen de la probeta						Cc.	500.1	501.2	500.7	
17	Peso unitario de la probeta						Gr/cc	2.365	2.364	2.363	2.364
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)						Gr/cc	2.451	2.451	2.451	
19	Máx. densidad teórica de los agregados						Gr/cc	2.426	2.426	2.426	
20	% de vacíos con aire						%	3.49	3.56	3.58	3.54
21	Peso esp. Bulk del agregado total						Gr/cc	2.638	2.638	2.638	
22	Peso esp. aparente del agregado total						Gr/cc	2.656	2.656	2.656	
23	Peso esp. efectivo del agregado total						Gr/cc	2.669	2.669	2.669	
24	Asfalto absorbido por el agregado total						%	0.45	0.45	0.45	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta						%	84.75	84.69	84.67	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta						%	11.75	11.75	11.75	
27	% de vacíos de agregado mineral						%	15.25	15.31	15.33	15.30
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla						%	5.08	5.08	5.08	
29	Relación betún vacíos						%	77.09	76.75	76.66	76.83
30	Lectura del aro						Pul.	257	257	255	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)						Kg.	1083	1081	1074	
32	Factor de estabilidad							1.04	1.04	1.04	
33	Estabilidad corregida						Kg.	1083	1081	1074	1744
34	Lectura de fleximetro						Pul.	14	14	15	14
35	Fluencia						mm.	3.56	3.56	3.81	
36	Relación Estabilidad/Fluencia						mm.	3167	3161	2933	3087

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**Tabla 83: Dosificación del concreto asfaltico con 30% RAP (C.A. 6.0)**

Grava Chancada <3/4"		21%	% Que Pasa el Tamiz								
Arena Chancada <1/4"		14%									
Arena Zarandeada <3/4"		35%									
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta						#	1	2	3	Prom
2	C.A. en peso de la mezcla						%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)						%	32.23	32.23	32.23	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)						%	61.77	61.77	61.77	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)						%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico						Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)						Gr/cc	2.667	2.667	2.667	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)						Gr/cc	2.707	2.707	2.707	2.707
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)						Gr/cc	2.590	2.590	2.590	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)						Gr/cc	2.630	2.630	2.630	2.630
11	Peso específico aparente del filler						Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta						cm.	6.1	6.1	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire						Gr.	1201	1198.2	1197.4	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca						Gr.	1202.4	1199.7	1198.2	
15	Peso de la probeta en el agua						Gr.	694.6	693	694.1	
16	Volumen de la probeta						Cc.	507.8	506.7	504.1	
17	Peso unitario de la probeta						Gr/cc	2.365	2.365	2.375	2.368
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)						Gr/cc	2.440	2.440	2.440	
19	Máx. densidad teórica de los agregados						Gr/cc	2.409	2.409	2.409	
20	% de vacíos con aire						%	3.07	3.09	2.65	264
21	Peso esp. Bulk del agregado total						Gr/cc	2.638	2.638	2.638	
22	Peso esp. aparente del agregado total						Gr/cc	2.656	2.656	2.656	
23	Peso esp. efectivo del agregado total						Gr/cc	2.678	2.678	2.678	
24	Asfalto absorbido por el agregado total						%	0.58	0.58	0.58	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta						%	84.29	84.28	84.65	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta						%	12.64	12.63	12.69	
27	% de vacíos de agregado mineral						%	15.71	15.72	15.35	15.59
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla						%	5.45	5.45	5.45	
29	Relación betún vacíos						%	80.43	80.35	82.70	81.16
30	Lectura del aro						Pul.	252	250	255	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)						Kg.	1062	1054	1074	
32	Factor de estabilidad							1.04	1.04	1.04	
33	Estabilidad corregida						Kg.	1104	1096	1117	1106
34	Lectura de flexímetro						Pul.	14	15	15	15
35	Fluencia						mm.	3.56	3.81	3.81	
36	Relación Estabilidad/Fluencia						mm.	3106	2876	2933	2972

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**Tabla 84: Dosificación del concreto asfaltico con 30% RAP (C.A. 6.5)**

Grava Chancada <3/4"		21%	% Que Pasa el Tamiz								
Arena Chancada <1/4"		14%									
Arena Zarandeada <3/4"		35%									
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta						#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla						%	6.5	6.5	6.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)						%	32.06	32.06	32.06	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)						%	61.44	61.44	61.44	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)						%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico						Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)						Gr/cc	2.667	2.667	2.667	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)						Gr/cc	2.707	2.707	2.707	2.707
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)						Gr/cc	2.590	2.590	2.590	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)						Gr/cc	2.630	2.630	2.630	2.630
11	Peso específico aparente del filler						Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta						cm.	6.36	6.34	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire						Gr.	1192.1	1193.8	1195.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca						Gr.	1193.4	1194.7	1196.7	
15	Peso de la probeta en el agua						Gr.	692	692.5	692.6	
16	Volumen de la probeta						Cc.	501.4	502.2	504.1	
17	Peso unitario de la probeta						Gr/cc	2.378	2.377	2.371	2.375
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)						Gr/cc	2.424	2.424	2.424	
19	Máx. densidad teórica de los agregados						Gr/cc	2.391	2.391	2.391	
20	% de vacíos con aire						%	1.92	1.93	2.19	2.01
21	Peso esp. Bulk del agregado total						Gr/cc	2.638	2.638	2.638	
22	Peso esp. aparente del agregado total						Gr/cc	2.656	2.656	2.656	
23	Peso esp. efectivo del agregado total						Gr/cc	2.680	2.680	2.680	
24	Asfalto absorbido por el agregado total						%	0.61	0.61	0.61	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta						%	84.28	84.27	84.05	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta						%	13.80	13.80	13.76	
27	% de vacíos de agregado mineral						%	15.72	15.73	15.95	15.80
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla						%	5.93	5.93	5.93	
29	Relación betún vacíos						%	87.81	87.72	86.29	87.27
30	Lectura del aro						Pul.	996	970	961	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)						Kg.	1004	1009	1000	
32	Factor de estabilidad							1.04	1.04	1.04	
33	Estabilidad corregida						Kg.	1004	1009	1000	1004
34	Lectura de flexímetro						Pul.	14	15	16	15
35	Fluencia						mm.	3.56	3.81	4.06	
36	Relación Estabilidad/Fluencia						mm.	2824	2647	2460	2644

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**TABLA 85: RESUMEN DE DOSIFICACION DE MEZCLA CON 30% DE RAP**

Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Peso Unitario	2316	2328	2364	2368	2375
% vacíos aire	6.23	5.41	3.54	2.94	2.01
% vacíos agregado mineral	16.13	16.14	15.30	15.59	15.80
% vacíos cemento asfáltico	61.37	66.48	76.83	81.16	87.27
flujo	3.22	3.47	3.64	3.64	3.81
estabilidad	875	959	1123	1106	1004

**Fuente:** Elaborado por el investigador

De la tabla 85, se observa el resumen de dosificación de la mezcla asfáltica con el 10% de pavimento asfáltico reciclado (RAP), con sus diferentes porcentajes de asfalto que varían desde 4.5% hasta el 6.5% con una diferencia de 0.5%.

Con los resultados obtenidos de la dosificación de la mezcla asfáltica con 30% de pavimento asfáltico reciclado (RAP), se determinó el óptimo contenido de asfalto que debe tener la mezcla y la cual será comparada con la mezcla patrón para determinar si es factible el diseño con reciclaje.

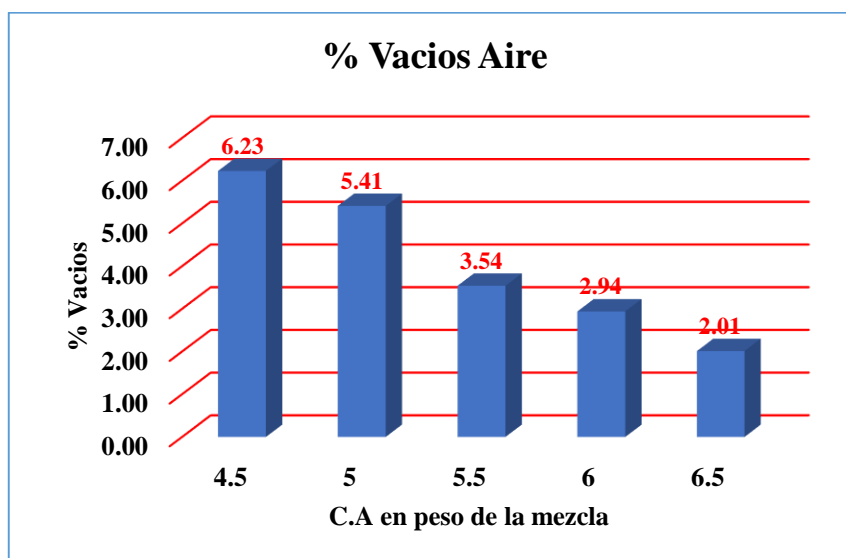
Para poder determinar el óptimo contenido de asfalto de la mezcla con 30% de RAP, se hizo uso de las gráficas Marshall, a través de estas graficas se determinó también el peso unitario de la mezcla, los porcentajes de vacíos de aire, los porcentajes de vacíos del agregado mineral, porcentaje de vacíos del cemento asfáltico, la estabilidad y el flujo que debe tener dicha mezcla.

A continuación se muestra en la figura 46 la gráfica Marshall del % de vacíos de aire, de igual manera en las figuras 47, 48, 49, 50 y 51 las demás propiedades de la mezcla asfáltica con el 30% de RAP.

**Tabla 86: % Vacíos de Aire de la Mezcla con 30% de RAP**

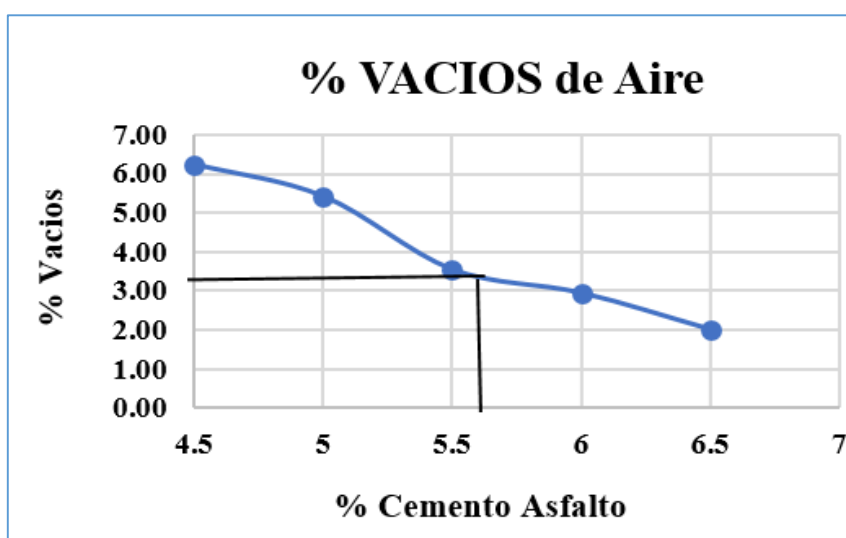
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% Vacíos Aire	6.23	5.41	3.54	2.94	2.01

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 45: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 46: % vacíos vs % Cemento Asfáltico**

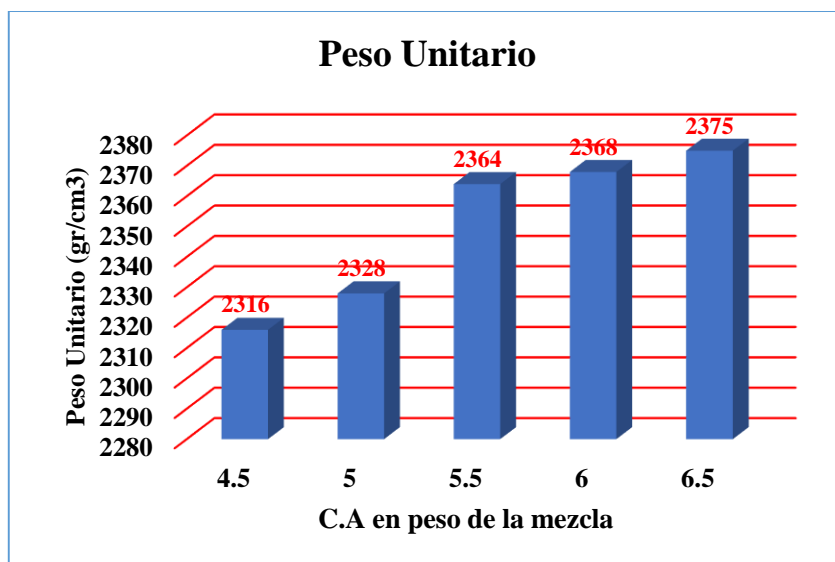
Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 46, se determinó el % de Vacíos de aire de la mezcla asfáltica patrón, de la cual se determinó que para un % de cemento asfáltico del 5.6%, se tiene un % de vacíos del 3.50 %, cumpliendo con los parámetros establecidos por la norma que estipula que el % de vacíos debe estar entre 3 y 5%.

**Tabla 87: Peso Unitario de la Mezcla con 30% de RAP**

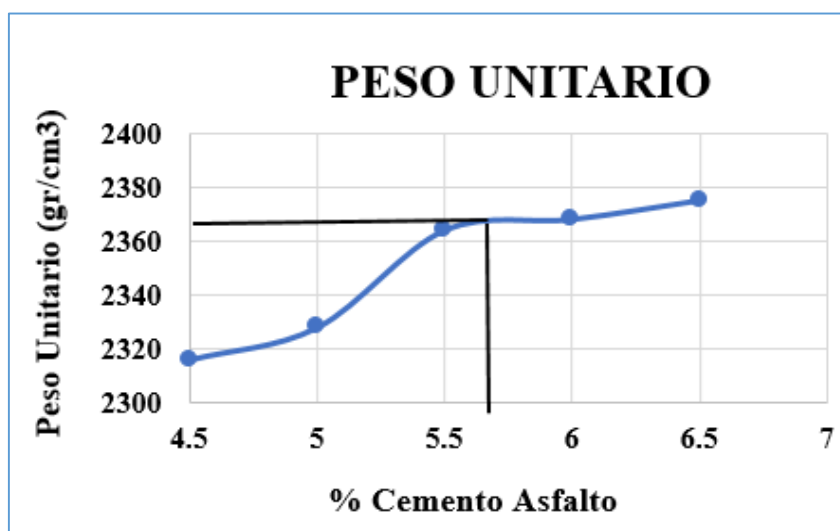
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Peso Unitario	2316	2328	2364	2368	2375

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 47: Peso Unitario**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 48: Peso Unitario vs % Cemento Asfaltico**

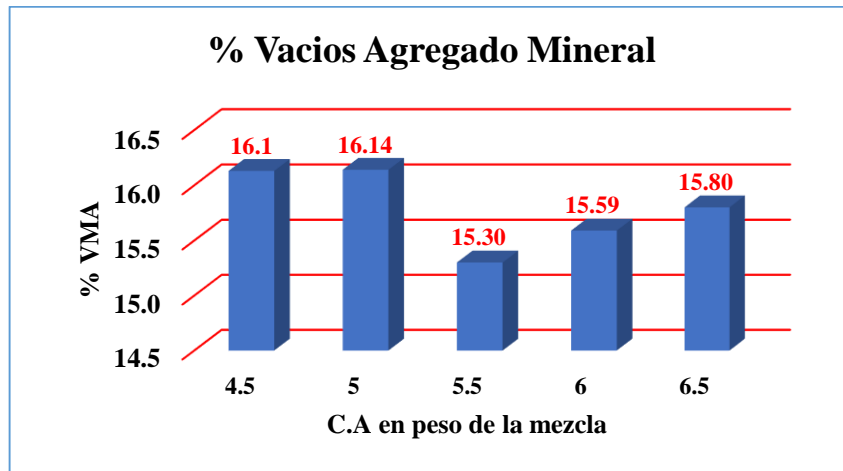
Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 48 se observa la gráfica Marshall para el peso unitario, en la cual se determina el peso unitario vs el porcentaje de cemento asfaltico en cada quiebre de curva se intersecta una línea para determinar el peso unitario teniendo como resultado un peso unitario de 2369kg.

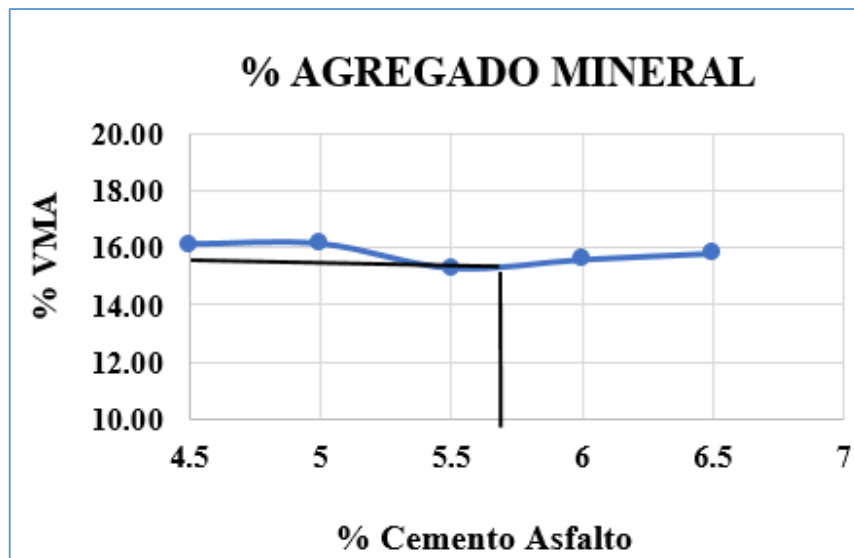
**Tabla 88: % Vacíos Agregado Mineral de la Mezcla con 30% de RAP**

Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% VMA	16.1	16.14	15.30	15.59	15.80

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 49: % vacíos de aire**  
Fuente: Elaborado por el investigador



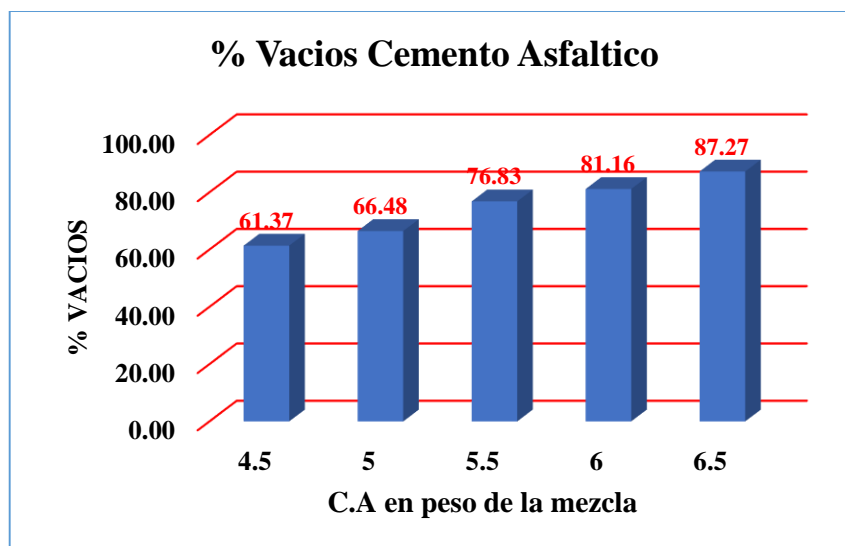
**Figura 50: Agregado Mineral vs % Cemento Asfáltico**  
Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 50, se determinó que para un porcentaje de asfalto del 5.8% se obtiene un porcentaje de agregado mineral del 15.5%, cumpliendo con el parámetro establecido por la normal que manda como mínimo un 14% de % de agregado mineral.

**Tabla 89: % Vacíos de Asfalto de la Mezcla con 30% de RAP**

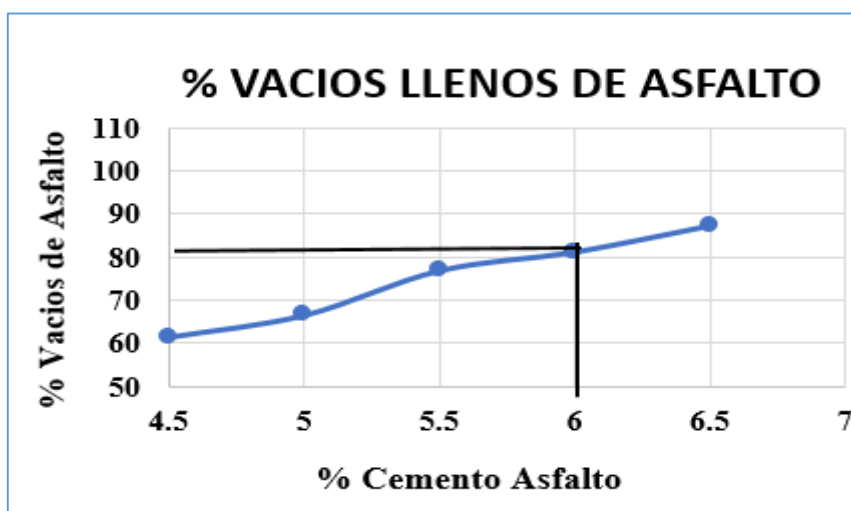
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% Vacíos C.A	61.37	66.48	76.83	81.16	87.27

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 51: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 52: %vacío llenos de asfalto vs % Cemento Asfaltico**

Fuente: Elaborado por el investigador

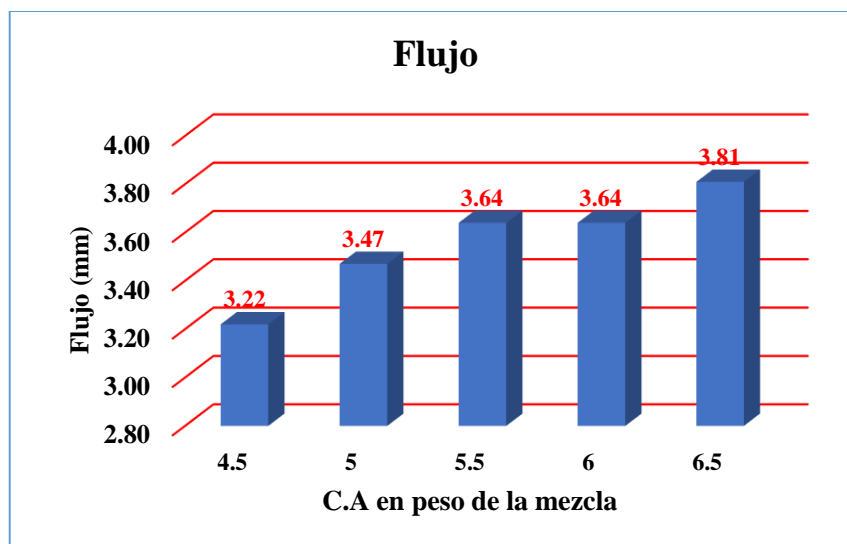
De la figura 52, se observa que para un porcentaje de asfalto del 6% se obtiene un porcentaje de vacíos llenos de asfalto de 81%, encontrándose fuera de los límites de las especificaciones establecidos por la norma, la cual establece un mínimo de 65% y máximo de 75%.



**Tabla 90: % Flujo de la Mezcla con 30% de RAP**

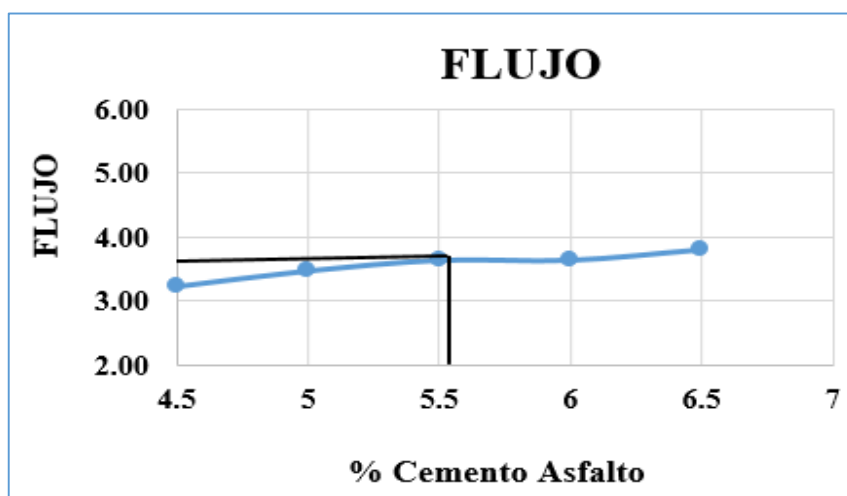
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Flujo	3.22	3.47	3.64	3.64	3.81

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 53: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 54: Flujo vs % Cemento Asfáltico**

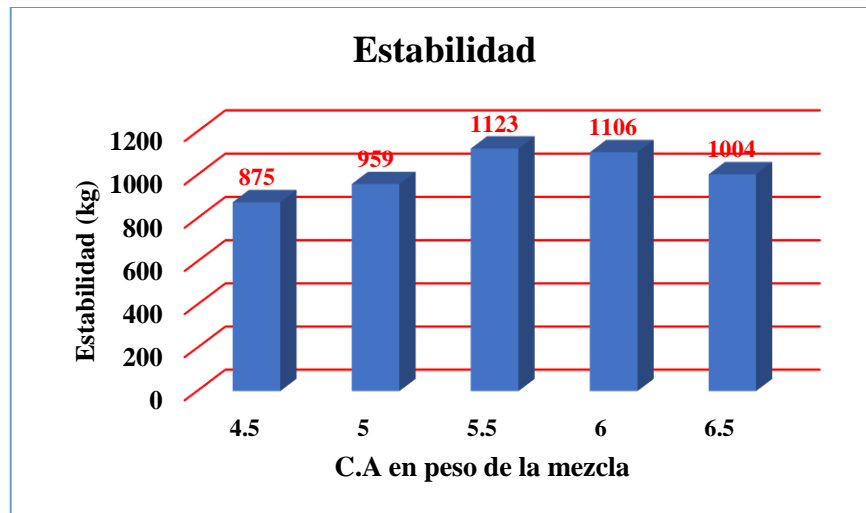
Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 54, se concluye que para un porcentaje de asfalto del 5.6% se obtiene un flujo de 3.73 mm, encontrándose dentro de los límites de las especificaciones establecidos por la norma, la cual establece un mínimo de 2mm y máximo de 4mm.

**Tabla 91: % Estabilidad de la Mezcla con 30% de RAP**

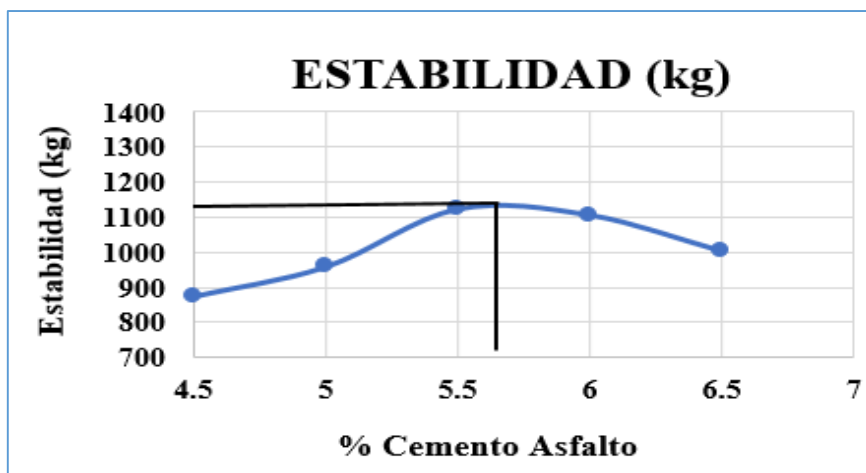
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Estabilidad	875	959	1123	1106	1004

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 55: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 56: Estabilidad vs % Cemento Asfáltico**

Fuente: Elaborado por el investigador

En la figura 56 se determinó la estabilidad para el diseño de mezcla con el 30% de reciclaje, teniendo un resultado de 1145kg de estabilidad, cumpliendo con lo establecido por la norma de pavimentos que requiere una estabilidad mínima de 831kg, por lo que este diseño con el 30% de RAP cumple con la estabilidad requerida.

**TABLA 92: RESULTADOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA CON 30% DE RAP**

<i>Parámetro de Diseño</i>	<b>Clase de Mezcla A</b>	<b>Resultado Teórico</b>	<b>Conclusión</b>
<b>Contenido Óptimo de Asfalto</b>		<b>5.7 %</b>	
<b>Compactación, # de golpes en cada lado</b>	75	75	ok
<b>Estabilidad (mínimo)</b>	831 kg	1145 kg	no
<b>Flujo 0.01" (0.25 mm)</b>	2-4	3.73	ok
<b>Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)</b>	3-5	3.5	ok
<b>Vacíos en el agregado Mineral VMA</b>	Min. 14%	15.5	ok

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la tabla 92 se observa que todos los resultados obtenidos de las gráficas Marshall cumplen con los parámetros establecidos en la Mezcla A.

A continuación se presenta una comparación de los resultados de la mezcla patrón y la mezcla con 30% de pavimento reciclado (RAP), la comparación de resultados se pueden observar en la tabla 66.

**TABLA 93: COMPARACION DE LOS PARAMETROS DE MEZCLA CON Y SIN RAP**

<b>PARÁMETRO DE DISEÑO</b>	<b>MARSHALL</b>	<b>MEZCLA PATRON</b>	<b>MEZCLA CON 30% RAP</b>
<b>Contenido Óptimo de Asfalto</b>		<b>5.8 %</b>	<b>5.7 %</b>
<b>Compactación, # de golpes en cada lado</b>	75	75	75
<b>Estabilidad (mínimo)</b>	831 kg	1100 kg	1145 Kg
<b>Flujo 0.01" (0.25 mm)</b>	2-4	3.30	3.73
<b>Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)</b>	3-5	4	3.5
<b>Vacíos en el agregado Mineral VMA</b>	Min. 14%	15	15.5

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la tabla 93 se puede observar una diferencia del porcentaje óptimo de asfalto es de un 0.1%, los % de vacíos de aire presentadas en las dos mezclas cumplen con el parámetro establecido, al igual vacíos en el agregado mineral y el flujo.

**Tabla 94: Dosificación del concreto asfaltico con 40% RAP (C.A. 4.5)**

Grava Chancada <3/4"		21%	% Que Pasa el Tamiz									
Arena Chancada <1/4"		14%										
Arena Zarandeada <3/4"		35%										
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200	
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7	
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
1	Numero de probeta							#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla							%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)							%	32.74	32.74	32.74	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)							%	62.76	62.76	62.76	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)							%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico							Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)							Gr/cc	2.670	2.670	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)							Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2.698
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)							Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)							Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.612
11	Peso específico aparente del filler							Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta							cm.	6.4	6.5	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire							Gr.	1201.6	1199.4	1209.9	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca							Gr.	1202.9	1201.3	1201.2	
15	Peso de la probeta en el agua							Gr.	674.4	673.1	672.3	
16	Volumen de la probeta							Cc.	528.5	528.2	528.9	
17	Peso unitario de la probeta							Gr/cc	2.274	2.271	2.271	2.272
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)							Gr/cc	2.470	2.470	2.470	
19	Máx. densidad teórica de los agregados							Gr/cc	2.453	2.453	2.453	
20	% de vacíos con aire							%	7.96	8.08	8.08	8.04
21	Peso esp. Bulk del agregado total							Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total							Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total							Gr/cc	2.647	2.647	2.647	
24	Asfalto absorbido por el agregado total							%	0.30	0.30	0.30	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta							%	82.66	82.55	82.55	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta							%	9.38	9.37	9.37	
27	% de vacíos de agregado mineral							%	17.34	17.45	17.45	17.41
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla							%	4.21	4.21	4.21	
29	Relación betún vacíos							%	54.10	53.71	53.68	53.83
30	Lectura del aro							Pul.	235	233	239	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)							Kg.	991	982	1007	
32	Factor de estabilidad								0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad corregida							Kg.	951	943	967	954
34	Lectura de flexímetro							Pul.	11	12	11	11
35	Fluencia							mm.	2.79	3.05	2.79	
36	Relación Estabilidad/Fluencia							mm.	3404	3094	3462	3320

Fuente: Elaborado por el investigador.

**Tabla 95: Dosificación del concreto asfaltico CON 40% RAP (C.A. 5.0)**

Grava Chancada <3/4"		19%	% Que Pasa el Tamiz									
Arena Chancada <1/4"		10%										
Arena Zarandeada <3/4"		31%										
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200	
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7	
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
1	Numero de probeta							#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla							%	5	5	5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)							%	32.57	32.57	32.57	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)							%	62.43	62.43	62.43	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)							%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico							Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)							Gr/cc	2.670	2.670	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)							Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2.698
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)							Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)							Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.598
11	Peso específico aparente del filler							Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta							cm.	6.4	6.5	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire							Gr.	1194.2	1195.7	1196.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca							Gr.	1196.2	1197.4	1197.5	
15	Peso de la probeta en el agua							Gr.	675.2	672.6	673.2	
16	Volumen de la probeta							Cc.	521	524.8	524.3	
17	Peso unitario de la probeta							Gr/cc	2.292	2.278	2.282	2.284
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)							Gr/cc	2.461	2.461	2.461	
19	Máx. densidad teórica de los agregados							Gr/cc	2.435	2.435	2.435	
20	% de vacíos con aire							%	6.88	7.44	7.31	7.21
21	Peso esp. Bulk del agregado total							Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total							Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total							Gr/cc	2.659	2.659	2.659	
24	Asfalto absorbido por el agregado total							%	0.47	0.47	0.47	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta							%	82.89	82.40	82.51	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta							%	10.23	10.17	10.18	
27	% de vacíos de agregado mineral							%	17.11	17.60	17.49	17.40
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla							%	4.56	4.56	4.56	
29	Relación betún vacíos							%	59.80	57.76	58.21	58.59
30	Lectura del aro							Pul.	255	251	254	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)							Kg.	1074	1015	1027	
32	Factor de estabilidad								1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida							Kg.	1074	1015	1027	1545
34	Lectura de flexímetro							Pul.	11	12	12	12
35	Fluencia							mm.	2.79	3.05	3.05	
36	Relación Estabilidad/Fluencia							mm.	3846	3331	3371	3516

Fuente: Elaborado por el investigador.

**Tabla 96: Dosificación del concreto asfaltico con 40% RAP (C.A. 5.5)**

Grava Chancada <3/4"		19%	% Que Pasa el Tamiz									
Arena Chancada <1/4"		10%										
Arena Zarandeada <3/4"		31%										
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200	
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7	
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
1	Numero de probeta							#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla							%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)							%	32.40	32.40	32.40	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)							%	62.10	62.10	62.10	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)							%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico							Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)							Gr/cc	2.670	2.67	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)							Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2.698
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)							Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)							Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.612
11	Peso específico aparente del filler							Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta							cm.	6.1	6.2	6.2	
13	Peso de la probeta en el aire							Gr.	1180.4	1182.8	1181.7	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca							Gr.	1182.6	1184.6	1183.6	
15	Peso de la probeta en el agua							Gr.	672.1	674.5	672.8	
16	Volumen de la probeta							Cc.	510.5	510.1	510.8	
17	Peso unitario de la probeta							Gr/cc	2.312	2.319	2.313	2.315
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)							Gr/cc	2.451	2.451	2.451	
19	Máx. densidad teórica de los agregados							Gr/cc	2.418	2.418	2.418	
20	% de vacíos con aire							%	5.66	5.39	5.61	5.56
21	Peso esp. Bulk del agregado total							Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total							Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total							Gr/cc	2.669	2.669	2.669	
24	Asfalto absorbido por el agregado total							%	0.61	0.61	0.61	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta							%	83.18	83.42	83.22	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta							%	11.16	11.19	11.16	
27	% de vacíos de agregado mineral							%	16.82	16.58	16.78	16.73
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla							%	4.93	4.93	4.93	
29	Relación betún vacíos							%	66.34	67.47	66.45	66.79
30	Lectura del aro							Pul.	285	287	275	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)							Kg.	1200	1209	1158	
32	Factor de estabilidad								1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida							Kg.	1200	1209	1158	1189
34	Lectura de flexímetro							Pul.	12	13	12	12
35	Fluencia							mm.	3.05	3.30	3.05	
36	Relación Estabilidad/Fluencia							mm.	3938	3660	3800	3799

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**Tabla 97: Dosificación del concreto asfaltico con 40% RAP (C.A. 6.0)**

Grava Chancada <3/4"		19%	% Que Pasa el Tamiz								
Arena Chancada <1/4"		10%									
Arena Zarandeada <3/4"		31%									
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	¾"	½"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8
1	Numero de probeta						#	1	2	3	Prom
2	C.A. en peso de la mezcla						%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)						%	32.23	32.23	32.23	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)						%	61.77	61.77	61.77	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)						%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico						Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)						Gr/cc	2.670	2.670	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)						Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2.98
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)						Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)						Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.612
11	Peso específico aparente del filler						Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta						cm.	6.1	6.1	6.1	
13	Peso de la probeta en el aire						Gr.	1202.3	1199.7	1196.8	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca						Gr.	1203.7	1201.6	1198.3	
15	Peso de la probeta en el agua						Gr.	683.9	684.1	684.3	
16	Volumen de la probeta						Cc.	519.8	517.5	514	
17	Peso unitario de la probeta						Gr/cc	2.313	2.318	2.328	2.320
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)						Gr/cc	2.440	2.440	2.440	
19	Máx. densidad teórica de los agregados						Gr/cc	2.400	2.400	2.400	
20	% de vacíos con aire						%	5.21	4.99	4.58	4.93
21	Peso esp. Bulk del agregado total						Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total						Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total						Gr/cc	2.678	2.678	2.678	
24	Asfalto absorbido por el agregado total						%	0.74	0.74	0.74	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta						%	82.77	82.96	83.32	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta						%	12.02	12.05	12.10	
27	% de vacíos de agregado mineral						%	17.23	17.04	16.68	16.98
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla						%	5.31	5.31	5.31	
29	Relación betún vacíos						%	69.77	70.70	72.56	71.01
30	Lectura del aro						Pul.	288	285	281	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)						Kg.	1213	1200	1183	
32	Factor de estabilidad							1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida						Kg.	1213	1200	1183	1199
34	Lectura de flexímetro						Pul.	13	13	13	13
35	Fluencia						mm.	3.30	3.05	3.30	
36	Relación Estabilidad/Fluencia						mm.	3673	3938	3584	3731

**Fuente: Elaborado por el investigador.**

**Tabla 98: Dosificación del concreto asfaltico con 40% RAP (C.A. 6.5)**

Tabla de Determinación del concreto de cemento con 10% RHA (Gravels)												
Grava Chancada <3/4"		19%	% Que Pasa el Tamiz									
Arena Chancada <1/4"		10%										
Arena Zarandeada <3/4"		31%										
Cemento Asfaltico PEN 60/70			1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200	
Mezcla				100	94	78.4	65.7	44.1	17.8	10.1	5.7	
Especificaciones MAC - 2				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	
1	Numero de probeta							#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla							%	6.5	6.5	6.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)							%	32.06	32.06	32.06	
4	% de arena combinadas en peso de mezcla (menor #4)							%	61.44	61.44	61.44	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa la malla #200)							%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente del cemento asfaltico							Gr/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso esp. Bulk de la grava (>#4)							Gr/cc	2.670	2.670	2.670	
8	Peso esp. aparente de la grava (>#4)							Gr/cc	2.698	2.698	2.698	2.684
9	Peso esp. Bulk de la arena (>#4)							Gr/cc	2.584	2.584	2.584	
10	Peso esp. aparente de la arena (>#4)							Gr/cc	2.612	2.612	2.612	2.612
11	Peso específico aparente del filler							Gr/cc				
12	Altura promedio de la probeta							cm.	6.36	6.34	6.3	
13	Peso de la probeta en el aire							Gr.	1190.5	1191	1193.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca							Gr.	1192.7	1193.7	1194.7	
15	Peso de la probeta en el agua							Gr.	669	670	668	
16	Volumen de la probeta							Cc.	523.7	523.7	526.7	
17	Peso unitario de la probeta							Gr/cc	2.273	2.274	2.265	2.271
18	Peso esp. teórico máximo (RICE)							Gr/cc	2.424	2.424	2.424	
19	Máx. densidad teórica de los agregados							Gr/cc	2.383	2.383	2.383	
20	% de vacíos con aire							%	6.22	6.18	6.54	6.31
21	Peso esp. Bulk del agregado total							Gr/cc	2.627	2.627	2.627	
22	Peso esp. aparente del agregado total							Gr/cc	2.641	2.641	2.641	
23	Peso esp. efectivo del agregado total							Gr/cc	2.680	2.680	2.680	
24	Asfalto absorbido por el agregado total							%	0.77	0.77	0.77	
25	% vol. del agregado / Volumen bruto de la probeta							%	80.91	80.95	80.64	
26	% de volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta							%	12.87	12.87	12.82	
27	% de vacíos de agregado mineral							%	19.09	19.05	19.36	19.17
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla							%	5.78	5.78	5.78	
29	Relación betún vacíos							%	67.42	67.57	66.22	67.07
30	Lectura del aro							Pul.	245	249	250	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)							Kg.	1033	1049	1054	
32	Factor de estabilidad								0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad corregida							Kg.	991	1007	1011	1003
34	Lectura de flexímetro							Pul.	14	13	12	13
35	Fluencia							mm.	3.56	3.30	3.05	
36	Relación Estabilidad/Fluencia							mm.	2788	3051	3318	3052

**Fuente: Elaborado por el investigador.**



**TABLA 99: RESUMEN DE DOSIFICACION DE MEZCLA CON 40% DE RAP**

	<b>4.5</b>	<b>5</b>	<b>5.5</b>	<b>6</b>	<b>6.5</b>
<b>Peso Unitario</b>	2272	2284	2315	2320	2271
<b>% vacíos aire</b>	8.04	7.21	5.56	4.93	6.31
<b>% vacíos agregado mineral</b>	17.41	17.40	16.73	16.98	19.17
<b>% vacíos cemento asfáltico</b>	53.83	58.59	66.79	71.01	67.07
<b>flujo</b>	2.88	2.96	3.13	3.22	3.30
<b>estabilidad</b>	954	1039	1189	1199	1003

**Fuente: Elaborado por el investigador**

De la tabla 99, se observa el resumen de dosificación de la mezcla asfáltica con el 10% de pavimento asfáltico reciclado (RAP), con sus diferentes porcentajes de asfalto que varían desde 4.5% hasta el 6.5% con una diferencia de 0.5%.

Con los resultados obtenidos de la dosificación de la mezcla asfáltica con 40% de pavimento asfáltico reciclado (RAP), se determinó el óptimo contenido de asfalto que debe tener la mezcla y la cual será comparada con la mezcla patrón para determinar si es factible el diseño con reciclaje.

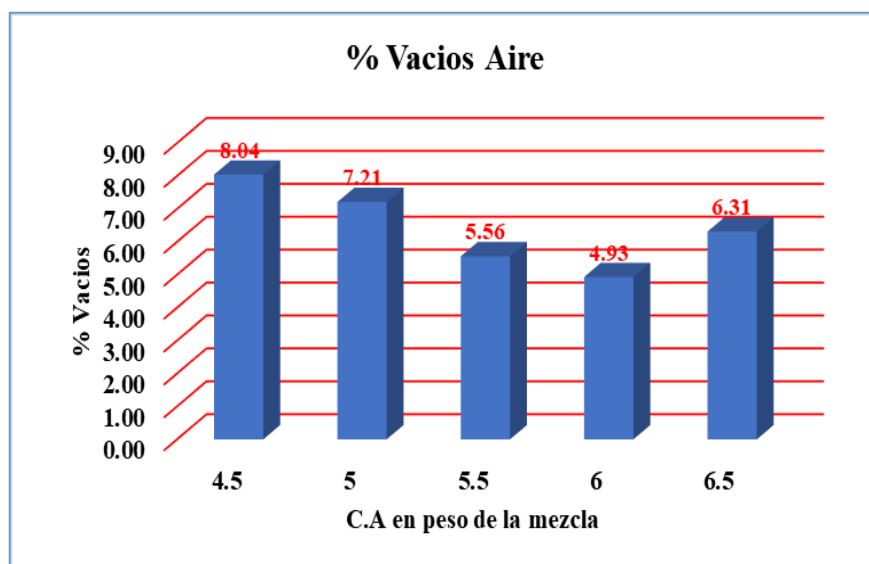
Para poder determinar el óptimo contenido de asfalto de la mezcla con 40% de RAP, se hizo uso de las gráficas Marshall, a través de estas graficas se determinó también el peso unitario de la mezcla, los porcentajes de vacíos de aire, los porcentajes de vacíos del agregado mineral, porcentaje de vacíos del cemento asfáltico, la estabilidad y el flujo que debe tener dicha mezcla.

A continuación se muestra en la figura 58 la gráfica Marshall del % de vacíos de aire, de igual manera en las figuras 59, 60, 61, 62 y 63 las demás propiedades de la mezcla asfáltica con el 40% de RAP.

**Tabla 100: Vacíos de Aire de la Mezcla con 40% de RAP**

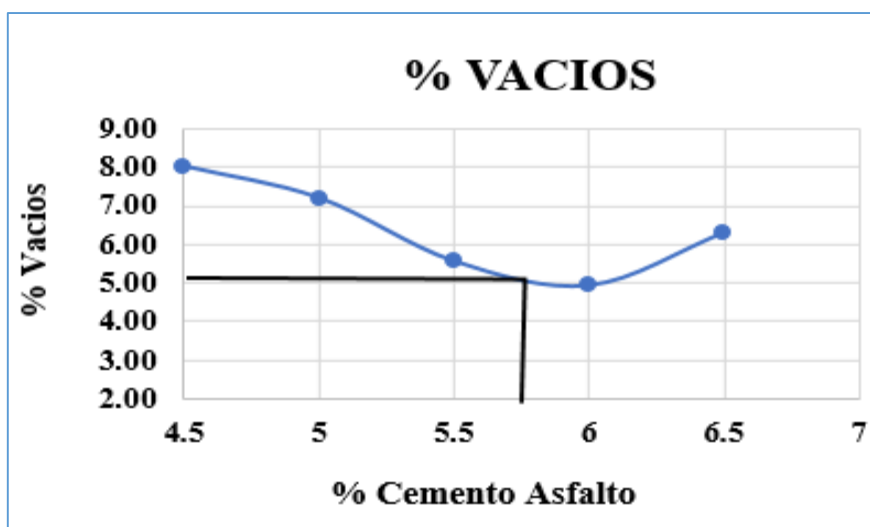
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% Vacíos de Aire	8.04	7.21	5.56	4.93	6.31

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 57: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



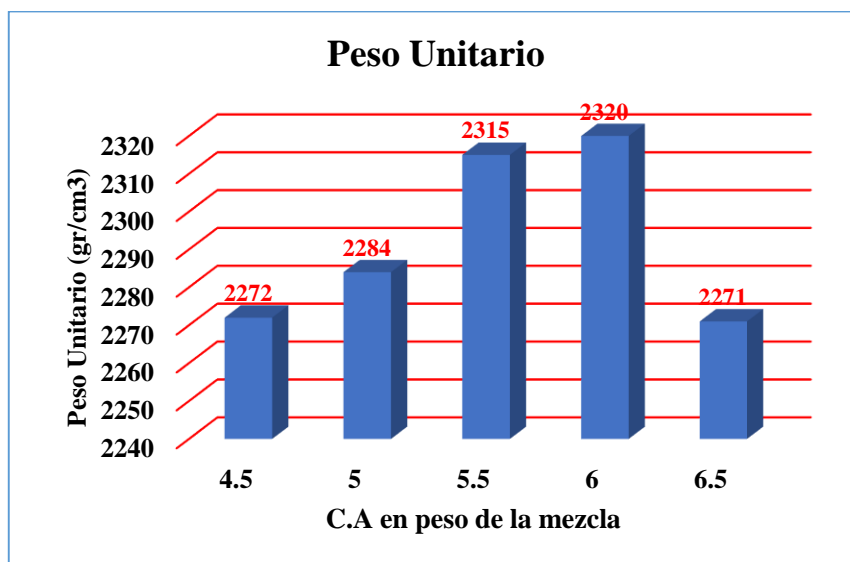
**Figura 58: % vacíos vs % Cemento Asfáltico**

Fuente: Elaborado por el investigador

**Tabla 101: Peso Unitario de la Mezcla con 40% de RAP**

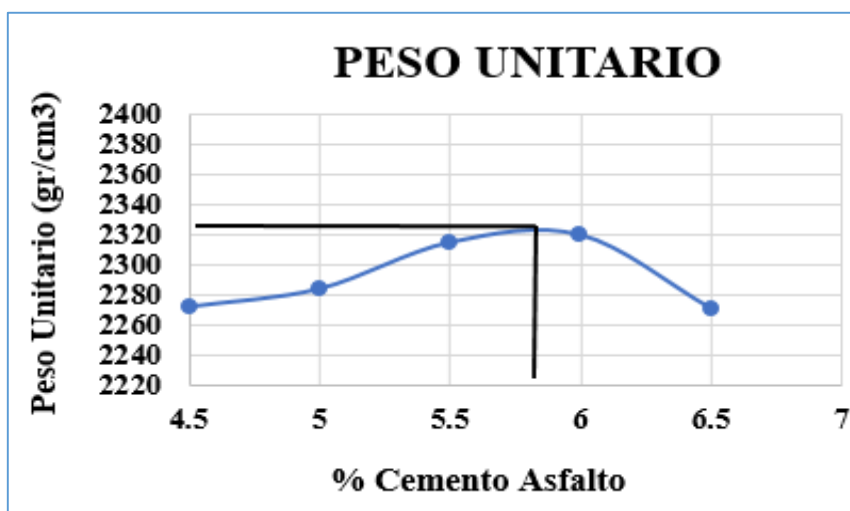
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Peso Unitario	2272	2284	2315	2320	2271

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 59: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 60: Peso Unitario vs % Cemento Asfaltico**

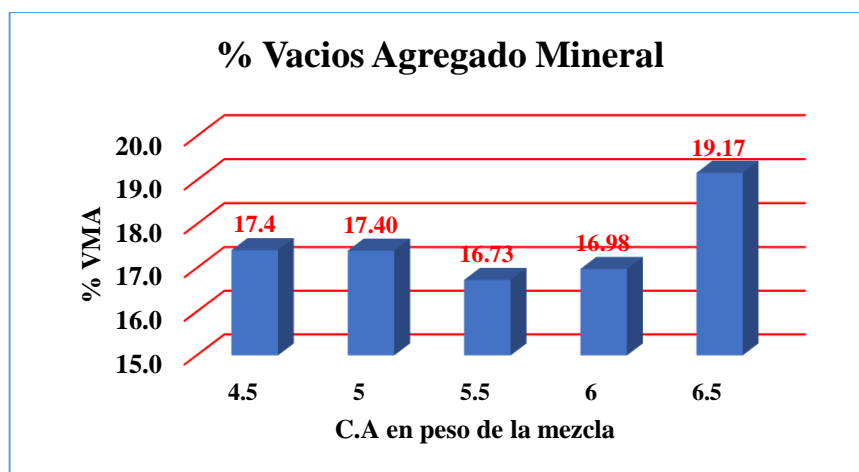
Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 60 se observa la gráfica Marshall para el peso unitario, en la cual se determina el peso unitario vs el porcentaje de cemento asfaltico en cada quiebre de curva se intersecta una línea para determinar el peso unitario teniendo como resultado un peso unitario de 2330kg.

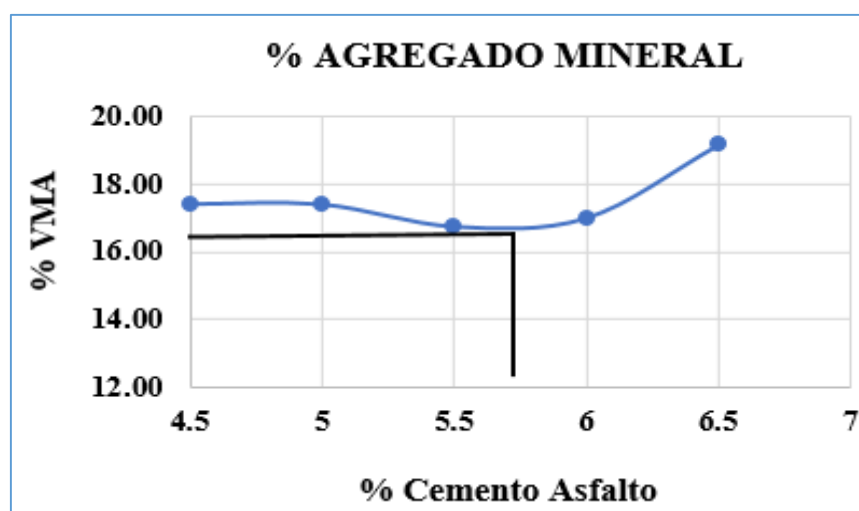
**Tabla 102: % Vacíos de Agregado Mineral de la Mezcla con 40% de RAP**

Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% VMA	17.4	17.4	16.73	16.98	19.17

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 61: % vacíos de aire**  
Fuente: Elaborado por el investigador



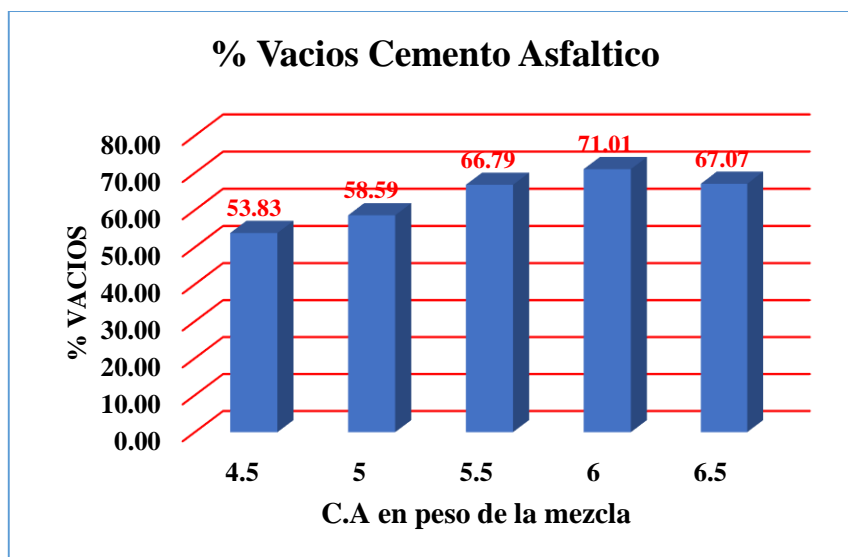
**Figura 62: % agregado mineral vs % Cemento Asfáltico**  
Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 62, se determinó que para un porcentaje de asfalto del 5.7% se obtiene un porcentaje de agregado mineral del 17%, cumpliendo con el parámetro establecido por la normal que manda como mínimo un 14% de % de agregado mineral.

**Tabla 103: % Vacíos Cemento Asfáltico de la Mezcla con 40% de RAP**

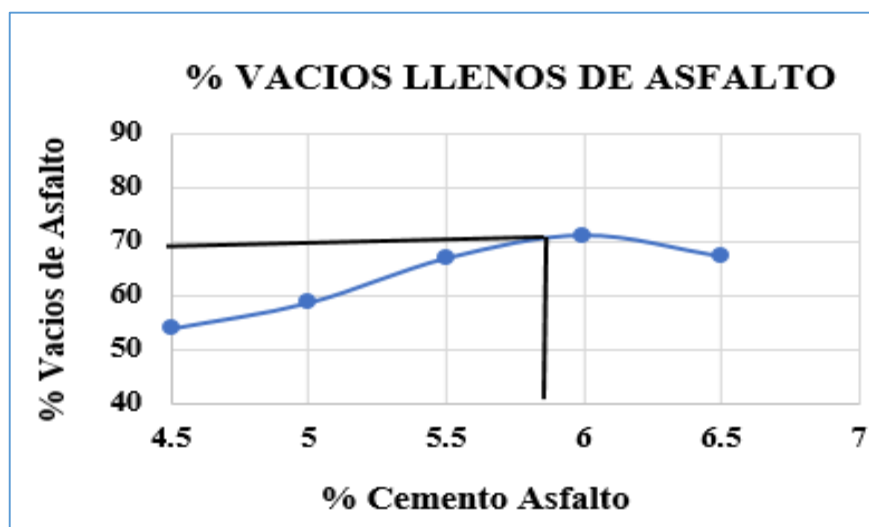
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
% Vacío C.A	53.83	58.59	66.79	71.01	67.07

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 63: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 64: % vacíos llenos de asfalto vs % Cemento Asfáltico**

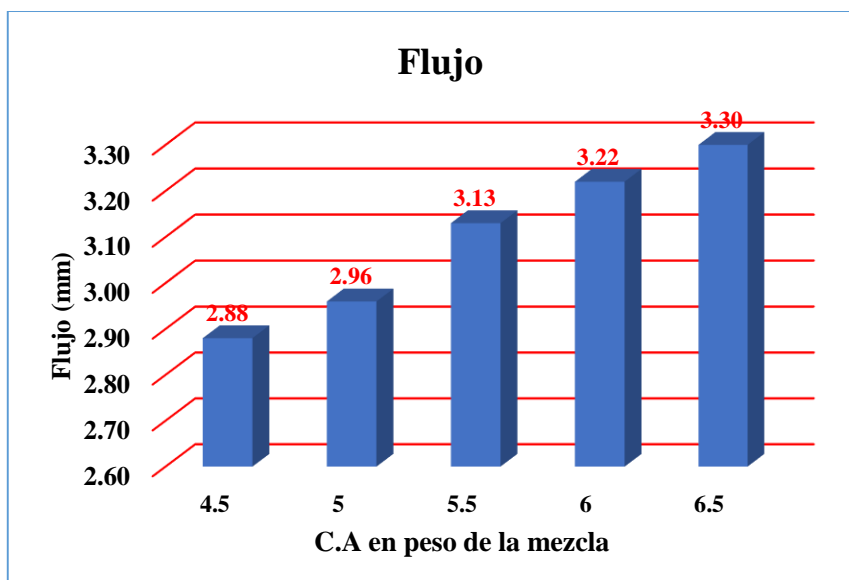
Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 64, se observa que para un porcentaje de asfalto del 6% se obtiene un porcentaje de vacíos llenos de asfalto de 73%, encontrándose dentro de los límites de las especificaciones establecidos por la norma, la cual establece un mínimo de 65% y máximo de 75%.

**Tabla 104: Flujo de la Mezcla con 40% de RAP**

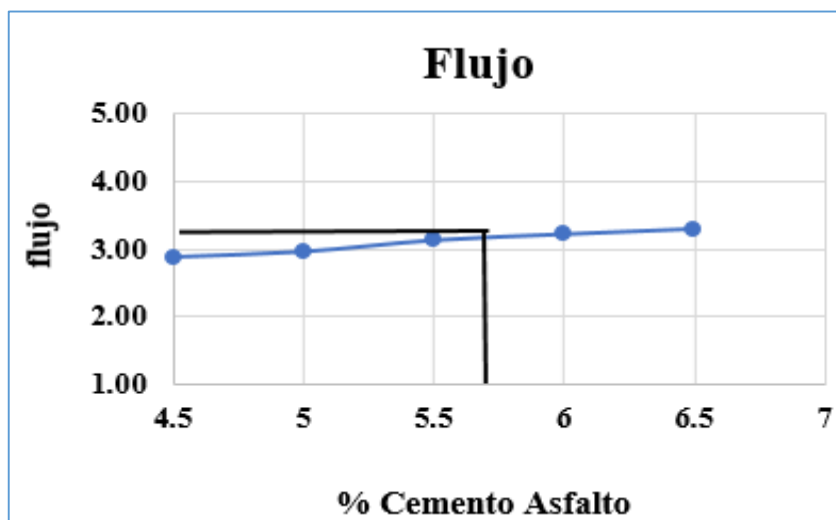
Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Flujo	2.88	2.96	3.13	3.22	3.30

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 65: % vacíos de aire**

Fuente: Elaborado por el investigador



**Figura 66: Flujo vs % Cemento Asfaltico**

Fuente: Elaborado por el investigador

De la figura 66, se concluye que para un porcentaje de asfalto del 5.7% se obtiene un flujo de 3.23 mm, encontrándose dentro de los límites de las especificaciones establecidos por la norma, la cual establece un mínimo de 2mm y máximo de 4mm.

**Tabla 105: Estabilidad de la Mezcla con 40% de RAP**

Contenido de Asfalto	4.5	5	5.5	6	6.5
Estabilidad	954	1039	1189	1199	1003

Fuente: Elaborado por el investigador

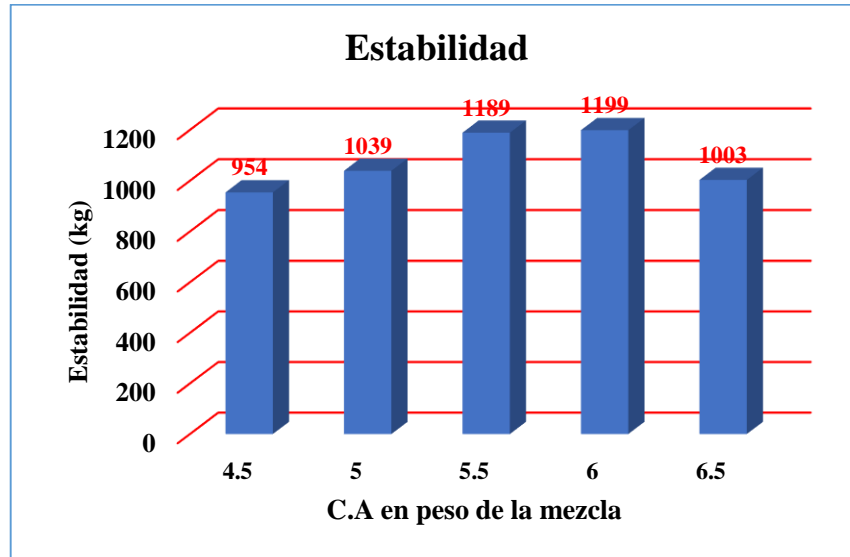


Figura 67: % vacíos de aire

Fuente: Elaborado por el investigador

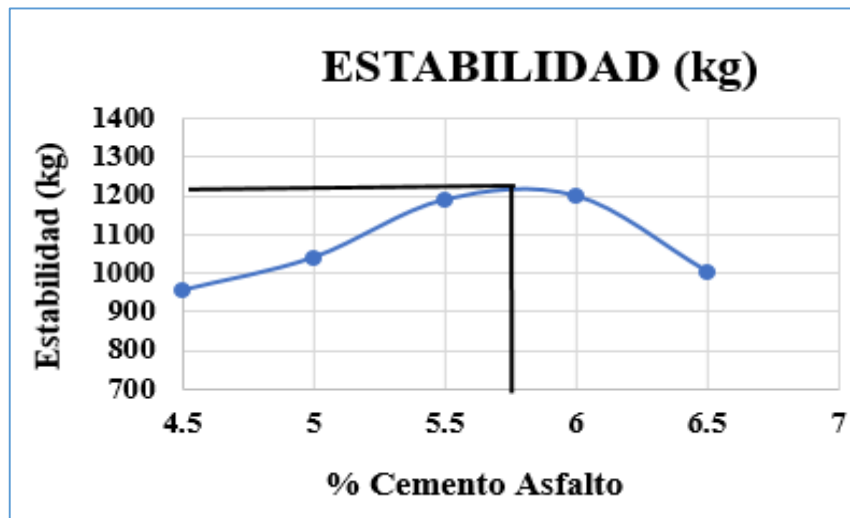


Figura 68: Estabilidad vs % Cemento Asfáltico

Fuente: Elaborado por el investigador

En la figura 68 se determinó la estabilidad para el diseño de mezcla con el 40% de reciclaje, teniendo un resultado de 1250kg de estabilidad, cumpliendo con lo establecido por la norma de pavimentos que requiere una estabilidad mínima de 831kg, por lo que este diseño con el 30% de RAP cumple con la estabilidad requerida.

**TABLA 106: RESULTADOS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA CON 40% DE RAP**

<i>Parámetro de Diseño</i>	<b>Clase de Mezcla A</b>	<b>Resultado Teórico</b>	<b>Conclusión</b>
<b>Contenido Óptimo de Asfalto</b>		<b>5.7 %</b>	
<b>Compactación, # de golpes en cada lado</b>	75	75	ok
<b>Estabilidad (mínimo)</b>	831 kg	1250 kg	no
<b>Flujo 0.01" (0.25 mm)</b>	2-4	3.23	ok
<b>Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)</b>	3-5	5.3	ok
<b>Vacíos en el agregado Mineral VMA</b>	Min. 14%	17	ok

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la tabla 106 se observa que todos los resultados obtenidos de las gráficas Marshall no cumplen con los parámetros establecidos en la Mezcla A, fallando en él % de vacíos de aire.

A continuación se presenta una comparación de los resultados de la mezcla patrón y la mezcla con 40% de pavimento reciclado (RAP), la comparación de resultados se pueden observar en la tabla 66.

**TABLA 107: COMPARACION DE LOS PARAMETROS DE MEZCLA CON Y SIN RAP**

<b>PARÁMETRO DE DISEÑO</b>	<b>MARSHALL</b>	<b>MEZCLA PATRON</b>	<b>MEZCLA CON 40% RAP</b>
<b>Contenido Óptimo de Asfalto</b>		<b>5.8 %</b>	<b>5.7 %</b>
<b>Compactación, # de golpes en cada lado</b>	75	75	75
<b>Estabilidad (mínimo)</b>	831 kg	1100 kg	1250 Kg
<b>Flujo 0.01" (0.25 mm)</b>	2-4	3.30	3.23
<b>Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)</b>	3-5	4	5.3
<b>Vacíos en el agregado Mineral VMA</b>	Min. 14%	15	17

Fuente: Elaborado por el investigador.

De la tabla 107 se pudo observar una diferencia del porcentaje óptimo de asfalto de un 0.1%, los % de vacíos de aire presentadas en las dos mezclas no cumplen con el parámetro establecido, ya que la mezcla con 40% de RAP, tiene un 5.3% de vacíos de aire estando por encima del máximo que es 5%.



## **ANEXO B: COSTOS**

### **1.- Costos de Producción:**

En las siguientes tablas, se muestra los costos de producción de la mezcla asfáltica reflejados tanto en la mezcla convencional como la mezcla elaborada con el 10%, 20%, 30% y 40% de RAP. Las mezclas asfálticas consideradas poseen las siguientes composiciones:

- **Mezcla asfáltica convencional.**
  - Grava chancada  $<3/4''$ : 35%
  - Arena chancada  $<1/4''$ : 20%
  - Arena Zarandeada  $<3/4''$ : 35%
  - Contenido Asfalto: 5.8%
- **Mezcla asfáltica con 10% de RAP.**
  - Grava chancada  $<3/4''$ : 35%
  - Arena chancada  $<1/4''$ : 20%
  - Arena Zarandeada  $<3/4''$ : 35%
  - Contenido Asfalto: 5.8%
- **Mezcla asfáltica con 20% de RAP.**
  - Grava chancada  $<3/4''$ : 35%
  - Arena chancada  $<1/4''$ : 20%
  - Arena Zarandeada  $<3/4''$ : 35%
  - Contenido Asfalto: 5.8%
- **Mezcla asfáltica con 30% de RAP.**
  - Grava chancada  $<3/4''$ : 35%
  - Arena chancada  $<1/4''$ : 20%
  - Arena Zarandeada  $<3/4''$ : 35%
  - Contenido Asfalto: 5.8%
- **Mezcla asfáltica con el 40% de RAP.**
  - Grava chancada  $<3/4''$ : 35%
  - Arena chancada  $<1/4''$ : 20%
  - Arena Zarandeada  $<3/4''$ : 35%
  - Contenido Asfalto: 5.8%

## 2.- COSTO DE OPERACIONES – ZONA CHICLAYO – LAMBAYEQUE

**Tabla 108: Costos de operaciones de una planta de producción en caliente**

OPERACIÓN	COSTO (\$/TN) + IGV
Fresado de carpeta asfáltica	148
Transporte de obra a planta (Aprox. 30 km)	48
Separación del RAP (dos tamaños)	12
Elaboración de Mezcla asfáltica	160
Materiales de mezcla asfáltica	
0% de RAP	470
10% de RAP	429
20% de RAP	388
30% de RAP	347
40% de RAP	306
Transporte de mezcla (Aprox. 30 km)	60
Colocación	141.5

**Fuente:** Elaborado por el investigador.

En este apartado se presentan valores obtenidos a partir del procesamiento de la información presentada. Los mismos se encuentran expresados en términos de costos totales de producción, ahorros económicos y en porcentajes de dosificación de materiales.

**Tabla 109: Costos totales de Producción de mezclas asfálticas con 0%, 10%, 20%, 30% y 40% de RAP**

OPERACIÓN	0% RAP	10% RAP	20% RAP	30% RAP	40% RAP
Fresado de carpeta asfáltica	148	148	148	148	148
Transporte de obra a planta (Aprox. 30 km)	48	48	48	48	48
Separación del RAP (dos tamaños)	--	12	12	12	12
Elaboración de Mezcla asfáltica	160	160	160	160	160
Materiales de mezcla asfáltica	470	429	388	347	306
Transporte de mezcla (Aprox. 30 km)	60	60	60	60	60
Colocación	141.5	141.5	141.5	141.5	141.5
Costo Total de Producción (S/. /TN) + IGV	1027.5	998.5	957.5	916.5	875.5

**Fuente:** Elaborado por el investigador.

De la tabla 109 se observa el costo total de la producción de mezcla asfáltica convencional y con el 10%, 20%, 30% y 40% de RAP

**Tabla 110: Ahorros por el uso de RAP**

RAP en mezcla	Costo de la mezcla (S/. /TN)	Ahorro (S/. /TN)	Porcentaje
0%	1027.5		
10%	998.5	29	2.8 %
20%	957.5	70	6.8 %
30%	916.5	111	10.8 %
40%	875.5	152	14.8 %

**Fuente:** Elaborado por el investigador.

Como se puede observar en la Tabla 110, el empleo de RAP en mezclas asfálticas puede resultar en ahorros económicos apreciables, asociados a la disminución de los requerimientos de agregado. Cabe aclarar que si en el análisis costo-beneficio se introducen externalidades como las derivadas del ahorro energético y el ahorro de recursos, los resultados son cada vez más positivos.

Los motivos principales que fomentan el empleo de técnicas de reciclado son las siguientes:

- Restricciones de materiales vírgenes por costos y disponibilidad.
- Protección del Medio Ambiente, restricciones al transporte de desechos.
- Costos asociados a cargos por disposición en vertederos.
- Viabilidad técnica: buena calidad final y relación costo/efectividad.

Por lo tanto, el reciclado une ventajas y permite alcanzar metas económicas y de cuidado del medio ambiente. Los beneficios que obtienen las empresas constructoras pueden resumirse en el menor costo de transporte y de material virgen, ahorros energéticos, ventajas operativas y técnicas.

Debido a que las obras viales consumen elevados volúmenes de recursos no renovables, deben extremarse las posibilidades de reciclado. Esto reduce, además, los daños al entorno que se generan con la extracción, preparación, colocación y depósito de los materiales empleados. Si todas las propuestas de costos para los proyectos de rehabilitación de caminos presentadas por las empresas incluyeran una evaluación social del mismo, esta última dejaría en evidencia los beneficios económicos, sociales y ambientales, asociados a aquellas que incluyan la reutilización de los pavimentos existentes.

## **ANEXO C**

### **PANEL FOTOGRAFICO DE LA ELABORACION DE LA MEZCLA ASFALTICA**

**PROPUESTA TECNICA DE DISEÑO DE CARPETA ASFALTICA UTILIZANDO  
PAVIMENTO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS**



**TOMA DE MUESTRAS Y PREPARACIÓN DE LAS MISMAS**



TOMA DE MUESTRAS DEL RAP ACOPIADO POR LA EMPRESA ASFALPACA SAC.



MUESTRA REPRESENTATIVA DEL RAP EN EL LABORATORIO

**PROPUESTA TECNICA DE DISEÑO DE CARPETA ASFALTICA UTILIZANDO  
PAVIMENTO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS**



**TOMA DE MUESTRAS Y PREPARACIÓN DE LAS MISMAS**



CUARTEO DE MUESTRA PARA OBTENER CONDICIONES REPRESENTATIVAS DE  
CADA UNA



TOMA DE MUESTRAS DESPUES DEL CUARTEO Y SU RESPECTIVO PESAJE

**PROPUESTA TECNICA DE DISEÑO DE CARPETA ASFALTICA UTILIZANDO  
PAVIMENTO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS**



**EXTRACCIÓN DE ASFALTO DE MUESTRAS DE RAP EN CENTRÍFUGA**



LAVADO DEL RAP EN LA MAQUINA RETOVAPOR



LAVADO DEL RAP PARA OBTENCION DEL CEMENTO ASFALTICO



**PROPUESTA TECNICA DE DISEÑO DE CARPETA ASFALTICA UTILIZANDO  
PAVIMENTO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS**



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADOS PÉTREOS RECICLADO DE  
PAVIMENTO ASFÁLTICO**



CUARTEO DE LOS AGREGADOS PETREOS RECICLADOS Y TAMIZADOS



SEPARACION DE LOS AGREGADOS DESPUES DEL TAMIZADO



**PROPUESTA TECNICA DE DISEÑO DE CARPETA ASFALTICA UTILIZANDO  
PAVIMENTO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS**



**MEZCLADO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON ADICIÓN DE RAP**



**CALENTAMIENTO DE LOS AGREGADOS Y MEZCLADO CON 30% DE RAP**



**CALENTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFALTICA PARA LA ELABORACION DE  
BRIQUETAS**

**PROPUESTA TECNICA DE DISEÑO DE CARPETA ASFALTICA UTILIZANDO  
PAVIMENTO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS**



**COMPACTACIÓN Y OBTENCIÓN DE BRIQUETAS**



ELABORACION DE BRIQUETAS CON MARTILLO MARSHALL



EXTRACCION DE BRIQUETAS CON GATO HIDRAULICO

**PROPUESTA TECNICA DE DISEÑO DE CARPETA ASFALTICA UTILIZANDO  
PAVIMENTO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS**



**OBTENCIÓN DE PESOS DE LAS BRIQUETAS**



PESAJE DE BRIQUETAS AL AIRE LIBRE



PESAJE DE BRIQUETAS DESPUES DE ESTAR SUMERGIDAS EN AGUA

ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUENCIA



ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUENCIA EN LA MAQUINA MARSHALL



OBTENCION DE LA ESTABILIDAD DE LAS BRIQUETAS



**PROPUESTA TECNICA DE DISEÑO DE CARPETA ASFALTICA UTILIZANDO  
PAVIMENTO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS**



**ENSAYO PARA OBTENER PORCENTAJE DE VACIOS**



PESAJE DE LA MEZCLA ASFALTICA CON LA PIPETA



EXTRACCION DE LOS VACIOS DE AIRE

## **ANEXO D**

# **RESULTADOS DEL LABORATORIO**



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo, Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

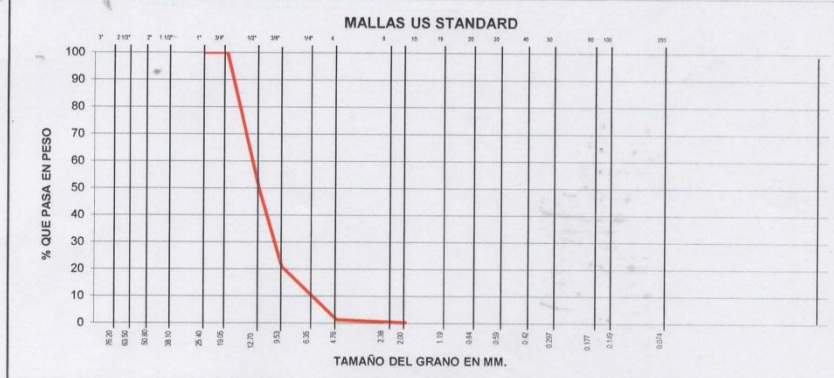
MTC E 209, ASTM C 88, AASHTO T 104

DESCRIPCION	: Agregado grueso para mezcla asfáltica en caliente		
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."		
MATERIAL	: Grava Chancada T.max. 3/4"		
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB :	S.B.F.
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB :	C.D.S
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA :	21/05/2018

#### DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M - 1

Tamices ASTM	Abertura en mm	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	TAMAÑO MAXIMO : <3/4"
3"	76,200					
2 1/2"	63,500					
2"	50,800					
1 1/2"	38,100					
1"	25,400					
3/4"	19,050			100,0		
1/2"	12,700	5221	50,4	49,6		PESO TOTAL : 10366,0 gr
3/8"	9,525	2978	28,7	79,1		
1/4"	6,350			20,9		
Nº 4	4,750	2035	19,6	98,7		P. HUMEDO : 1000,0
Nº 8	2,380			1,3		P. SECO : 989,0
Nº 10	2,000	112	1,1	99,8		H. NATURAL : 1,1 %
Nº 16	1,190	15	0,1	100,0		
Nº 20	0,840			0,0		
Nº 30	0,590					
Nº 40	0,420					
Nº 50	0,297					
Nº 60	0,250					OBSERVACIONES :
Nº 100	0,149					
Nº 200	0,074					
PAN						
TOTAL		10361,00				
% PERDIDA						



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Barga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CTR. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo, Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

SOLUCION MgSO4

MTS E 209, ASTM C 88, AASHTO T 104

DESCRIPCION	: Agregado grueso para mezcla asfáltica en caliente		
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 - KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."		
MATERIAL	: Grava Chancada T.max. 3/4"		
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB	: S.B.F.
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB	: C.D.S
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA	: 21/05/2018

### DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M - 1

### ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS GRUESOS (ASTM C - 88)

SOLUCION MgSO4 NA2

PASA EL TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	GRADACION ORIGINAL %	PESO DE LA FRACCION ENSAYADA (g)	PESO RETENIDO DESPUES DEL ENSAYO	PERDIDA CORREGIDA %
1.1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	3/8"	0,0	1.000,00	21,3	0,0
3/8"	Nº 4	28,7	300,00	27,8	8,0
<	Nº 4	19,6	-	-	-
TOTALES		48%			8,0%

B) Peso Opcionales de acuerdo el escalonada (A)

D) % Pérdidas corregidas =  $(C) \times (A) / 100$

E) Total de Pérdidas correspondiente a la suma de las Pérdidas parciales corregidas

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
REG. CIVIL  
REG. CP. 155278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### RESISTENCIA A LA ABRASION

MTC E 207, ASTM C-131, AASHTO T 96

DESCRIPCION	: Agregado grueso para mezcla asfáltica en caliente		
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José		
MATERIAL	: Grava Chancada T.max. 3/4"		
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB :	S.B.F.
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB :	C.D.S
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA	21/05/2018

MUESTRA	: M - 1		
GRADUACION	"B"		
PESO DE LA MUESTRA			
1 1/2" - 1"			
1" - 3/4"			
3/4" - 1/2"	2500		
1/2" - 3/8"	2500		
3/8" - 1/4"			
1/4" - N° 4			
N° 4 - N° 8			
TOTAL DESGASTE			
Peso Inicial	5000,0		
Retenido en la malla N° 12	3784,0		
Que pasa en la malla N° 12	1216,0		
% Desgate	24,3		
PROMEDIO	24,3 %		

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundina Canga Fernández  
ING. CIVIL  
RPM C.P. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### CUBRIMIENTO DE LOS AGREGADOS CON MATERIALES ASFALTICOS EN PRESENCIA DEL AGUA

NORMA MTC E 517, ASTM D1664, AASHTO T 182

DESCRIPCION	: Agregado grueso para mezcla asfáltica en caliente			
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."			
MATERIAL	: Grava Chancada T.max. 3/4"			RESP. LAB : S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas			TEC. LAB : C.D.S
UBICACIÓN	: Ferreñafe			FECHA : 21/05/2018
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier			

METODO DE ENSAYO	ENSAYO CON ADITIVO	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA QUIMIBOND 3000								ASFALTO TEMP. DE ENSAYO °C	ESPECIFICACIONES
		% 0,30	% 0,40	% 0,50	% 0,60	% 0,70	% 0,80	% 0,90	% 1,00		
AASHTO T - 182 (ASTM D-1664)	+ 95			+ 95						90°	+ 95

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Balza Fernández  
ING. CIVIL  
REG. C.O.P. 165278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN LOS AGREGADOS

NORMA MTC E 221, ASTM D 4791

DESCRIPCION	Agregado grueso para mezcla asfáltica en caliente		
TESIS	"Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."		
MATERIAL	Grava Chancada T.max. 3/4"		
CANTERA	Tres Tomas		
UBICACIÓN	Ferrefafe		
AUTOR	Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		
	RESP. LAB :	S.B.F.	
	TEC. LAB :	C.D.S	
	FECHA :	21/05/2018	

PIEDRA CHANCADA TAMAÑO MAX. 3/4"

MUESTRA : M - 1

#### INDICE DE APLANAMIENTO ( PARTICULAS CHATAS ) : NORMA ASTM D - 4791

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESOS EN GRAMOS		PORCENTAJE DE LAS CHATAS [ C = (B/A)*100 ]	PORCENTAJE PARCIAL ( D )	PROMEDIO DE PARTICULAS CHATAS [ E = C*D ]
PASA	TAMIZ	RETENE TAMIZ	MUESTRA TOTAL ( A )	PARTICULAS CHATAS ( B )		
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"		400,0	13,6	3,4	129,5
1/2"	3/8"		350,0	12,6	3,6	120,0
3/8"	1/4"		300,0	12,1	4,0	115,2
TOTAL			1050,0	38,3	100,0	364,8

PORCENTAJE PARTICULAS CHATAS (  $\Sigma E / \Sigma D$  ) = 3,6 %

#### INDICE DE ALARGAMIENTO ( PARTICULAS ALARGADAS ) : NORMA ASTM D - 4791

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESOS EN GRAMOS		PORCENTAJE DE LAS CHATAS [ C = (B/A)*100 ]	PORCENTAJE PARCIAL ( D )	PROMEDIO DE PARTICULAS ALARGADAS [ E = C*D ]
PASA	TAMIZ	RETENE TAMIZ	MUESTRA TOTAL ( A )	PARTICULAS CHATAS ( B )		
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"		400,0	19,7	4,93	187,6
1/2"	3/8"		350,0	17,2	4,91	163,8
3/8"	1/4"		300,00	15,6	5,20	148,6
TOTAL			1050,0	52,5	100,0	500,0

PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS (  $\Sigma E / \Sigma D$  ) = 5,0 %

#### CONCLUSIÓN :

PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS (  $\Sigma E / \Sigma D$  ) + PORCENTAJE PARTICULAS CHATAS (  $\Sigma E / \Sigma D$  ) = 8,6 %

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 199278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS

(NORMA MTC E 210, ASTM D-5821)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS						
DESCRIPCION	: Agregado grueso para mezcla asfáltica en caliente					
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 - KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."					
MATERIAL	: Grava Chancada T.max. 3/4"					
CANTERA	: Tres Tomas			RESP. LAB : S.B.F.		
UBICACIÓN	: Ferreñafe			TEC. LAB : C.D.S		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier			FECHA : 21/05/2018		

#### A.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS:

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL ( g )	CARAS FRACTURADAS ( B )	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS [ C = (B/A)*100 ]	PORCENTAJE PARCIAL ( D )	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS [ E = CxD ]
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200,0	1190,0	99,17	80,0	7933
1/2"	3/8"	300,0	280,0	93,33	20,0	1867
		1500,0			100,0	9800
PORCENTAJE CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS (EE / ED )				= 98,0 %		

#### B.- CON UNA CARA FRACTURADA:

TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL ( g )	CARAS FRACTURADAS ( B )	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS [ C = (B/A)*100 ]	PORCENTAJE PARCIAL ( D )	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS [ E = CxD ]
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200,0	1135,0	94,58	80,0	7567
1/2"	3/8"	300,0	282,0	94,00	20,0	1880
		1500,0			100,0	9447
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA (EE / ED )				= 94,5 %		

OBSERVACIONES :

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Buitrago Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

(NORMA MTC-E- 219)

DESCRIPCION	: Agregado grueso para mezcla asfáltica en caliente		
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."		
MATERIAL	: Grava Chancada T.max. 3/4"	RESP. LAB :	S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas	TEC. LAB :	C.D.S
UBICACIÓN	: Ferreñafe	FECHA :	21/05/2018
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		

### AGREGADO GRUESO

MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2			
(1) Peso Tarro ( Biker 250 ml. ) Pyres	100,74	98,32			
(2) Peso Tarro + agua + sal	130,74	138,32			
(3) Peso Tarro Seco + sal	100,76	98,35			
(4) Peso de Sal ( 3 · 1 )	0,02	0,03			
(5) Peso de Agua ( 2 · 3 )	30,00	40,00			
(6) Porcentaje de Sal	0,07	0,08			0,07

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
.....  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
.....  
Secundino Vega Fernández  
CIVIL  
REG. INP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA MTC E 206, ASTM C 127, AASHTO T-85)

DESCRIPCION	: Agregado grueso para mezcla asfáltica en caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 - KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."	
MATERIAL	: Grava Chancada T.max. 3/4"	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB : S.B.F.
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB : C.D.S
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 21/05/2018

#### DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M - 1

#### AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	600	620	630	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	376	388	395	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	224	232	235	
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	596	616	626	
E	Vol. de masa = C- ( A - D ) (gr)	220	228	231	PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2,662	2,653	2,664	2,660
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2,679	2,672	2,681	2,677
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2,707	2,705	2,710	2,707
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	0,62	0,71	0,64	0,66%

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Barga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### ANALISIS GRANULOMETRICO

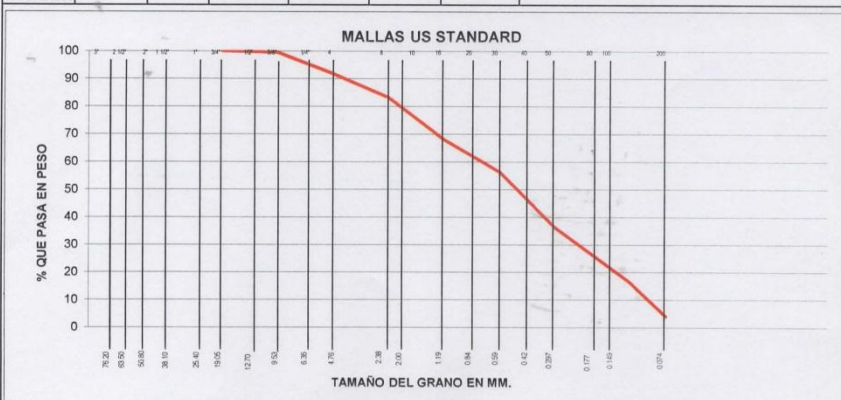
MTS E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

DESCRIPCION	: Agregado fino para Mezcla Asfáltica en Caliente		
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."		
MATERIAL	: Mezcla 20% Arena Chancada + 45% Arena Zarandeada.		
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB :	S.B.F.
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. :	C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA :	21/05/2018

#### DATOS DE LA MUESTRA

#### MUESTRA

Tamices ASTM	Abertura en MM		% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	TAMAÑO MAXIMO: 3/4"
3"	76,200						
2 1/2"	63,500						
2"	50,800						
1 1/2"	38,100						
1"	25,400						
3/4"	19,050				100,0		PESO TOTAL : 500,0 gr
1/2"	12,700	1,9	0,4	0,4	99,6		Peso humedo : 1000,00
3/8"	9,525	1,2	0,2	0,6	99,4		Peso seco : 991,10
1/4"	6,350						Hum. Natural : 0,90%
Nº 4	4,760	38,6	7,7	8,3	91,7		
Nº 8	2,380	43,1	8,6	17,0	83,0		
Nº 10	2,000	47,6	9,5	26,5	73,5		
Nº 16	1,190	28	5,6	32,1	67,9		
Nº 20	0,840	23	4,6	36,7	63,3		
Nº 30	0,590	35,9	7,2	43,9	56,1		
Nº 40	0,420	47,1	9,4	53,3	46,7		
Nº 50	0,297	52,3	10,5	63,7	36,3		
Nº 60	0,250						OBSERVACIONES :
Nº 80	0,117	98,6	19,7	83,5	16,5		
Nº 200	0,074	62,3	12,5	95,9	4,1		
PAN		20,4	4,1	100,0	0,0		
TOTAL		500					
% PERDIDA							



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Jurga Fernández  
ING. CIVIL  
RUC C/P. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E -114, ASTM D-2419, AASHTO T176

DESCRIPCION	: Agregado fino para Mezcla Asfáltica en Caliente				
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."				
MATERIAL	: Mezcla 20% Arena Chancada + 45% Arena Zarandeada.				
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB : S.B.F.			
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB : C.D.S.			
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 21/05/2018			

MUESTRA	01	02	03			
HORA DE ENTRADA	11:25	11:27	11:29			
HORA DE SALIDA	11:35	11:37	11:39			
HORA DE ENTRADA	11:37	11:39	11:41			
HORA DE SALIDA	11:57	11:59	12:01			
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	5,9	5,8	5,8			
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	3,6	3,6	3,5			
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	61,0%	62,1%	60,3%			

EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO: 61,1%

OBSERVACION : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
R.S. CIP. 165278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO

(MTC E 222)

DESCRIPCION : Agregado fino para Mezcla Asfáltica en Caliente

TESIS : "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."

MATERIAL : Mezcla 20% Arena Chancada + 45% Arena Zarandeada.

CANTERA : Tres Tomas

RESP. LAB : S.B.F.

UBICACIÓN : Ferreñafe

TEC. LAB. : C.D.S.

AUTOR : Fustamante Fustamante Jhonatan Pier

FECHA : 21/05/2018

ENSAYO	N°	1	2	3	ESPECIFICACIÓN
PESO DEL AGREGADO FINO + MOLDE	gr.	18812,00	18823,00	18819,00	
PESO DEL MOLDE	gr.	10340,00	10340,00	10304,00	
PESO DEL AGREGADO FINO	(w)	8472,00	8483,00	8515,00	
VOLUMEN DEL CILINDRO	(v)	5681,00	5681,00	5681,00	
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE AGREGADO FINO	G <sub>sb</sub>	2,659	2,659	2,659	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	43,9	43,8	43,6	Min.30
GRAVA CHANCADA	%	0,0	0,0	0,0	
ARENA CHANCADA	%	50,0	50,0	50,0	
ARENA ZARANDEADA 3/8"	%	50,0	50,0	50,0	
ARENA FINA"	%	0,0	0,0	0,0	
FILLER	%	0,0	0,0	0,0	
PROMEDIO	%		43,8		$\frac{W}{V \cdot G_{sb}} \times 100$

OBSERVACIONES:

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Barza Fernández  
ING. CIVIL  
REG. C.O.P. 169278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo, Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

## LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°40

MTC E - 110, MTC E 111

**DESCRIPCION** : Agregado fino para Mezcla Asfáltica en Caliente  
**TESIS** : "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 - KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."  
**MATERIAL** : Mezcla 20% Arena Chancada + 45% Arena Zarandeada.  
**CANTERA** : Tres Tomas  
**UBICACIÓN** : Ferreñafe  
**AUTOR** : Fustamante Fustamante Jhonatan Pier  
**RESP. LAB** : S.B.F.  
**TEC. LAB.** : C.D.S.  
**FECHA** : 21/05/2018

## DATOS DE ENSAYO

### LIMITE LIQUIDO

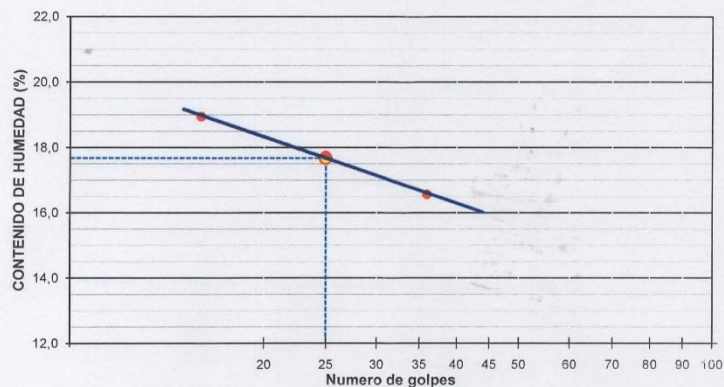
N° TARRO	11	15	21
TARRO + SUELO HUMEDO	36,90	35,36	34,85
TARRO + SUELO SECO	33,45	32,49	32,12
AGUA	3,45	2,87	2,73
PESO DEL TARRO	15,23	16,32	15,63
PESO DEL SUELO SECO	18,22	16,17	16,49
% DE HUMEDAD	18,94	17,75	16,56
N° DE GOLPES	16	25	36

### LIMITE PLASTICO

N° TARRO			
TARRO + SUELO HUMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			

LL : 17,7 %      LP : NP %      IP : NP %

## % DE HUMEDAD A 25 GOLPES



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Banga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP: 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

SOLUCION MgSO4

MTC E 209, ASTM C 88, AASHTO T 104

DESCRIPCION	: Agregado fino para Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."	
MATERIAL	: Mezcla 20% Arena Chancada + 45% Arena Zarandeada.	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB : S.B.F.
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 26/05/2018

### DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-1

### ENSAYO DE INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS FINOS (ASTM C - 88)

SOLUCION MgSO4 NA2

TAMAÑO DE LOS TAMICES		GRADACION ORIGINAL % QUE RETIENE	PESO DE LA FRACCION ENSAYADA ( g )	PESO RETENIDO DEPUES DEL ENSAYO ( g )	PERDIDA TOTAL %	PERDIDA CORREGIDA %
% PASA	% RETIENE	( A )	( B )	( C )	( D )	( E )
3/8"	Nº 4	0,2	100,00	68,2	31,8	0,08
Nº 4	Nº 8	7,7	100,00	76,2	23,8	1,84
Nº 8	Nº 16	8,6	100,00	71,2	28,8	2,48
Nº 16	Nº 30	5,6	100,00	82,3	17,7	0,99
Nº 30	Nº 50	7,2	100,00	79,7	20,3	1,46
Nº 50	Nº 100	10,5	100,00	81,3	18,7	1,96
<	Nº 100	19,7	-	-	-	-
TOTALES		60%	600,00	458,90		8,8%

B) Peso Opcionales de acuerdo el escalonada (A)

C) Peso despues del ensayo

D) % Pérdidas Total =  $(B - C) / B \times 100$

E) % Pérdidas corregidas =  $(D) \times (A) / 100$

F) Total de pérdidas correspondiente a la suma de las pérdidas parciales corregidas

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Gunga Fernández  
REG. CIVIL  
REG. EP. 165278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO FINO

MTS E 214, ASTM D 3744, AASHTO T 210

DESCRIPCION	: Agregado fino para Mezcla Asfáltica en Caliente		
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."		
MATERIAL	: Mezcla 20% Arena Chancada + 45% Arena Zarandeada.		
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB :	S.B.F.
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. :	C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA :	21/05/2018

### DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-1

### INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO FINO

MTS E 214

TAMAÑOS DE MALLAS				Agitación Muestra	Contenido de	Muestra Lata
PASA	RETENIDO		PESO (gr.)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)	(ml.)
# 4	N°200		500	10'	1000,0	85

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
	1	2	Promedio
N° DE ENSAYO			
Hora de entrada a saturación	1:20	1:22	
Hora de salida de saturación (mas 10')	1:30	1:32	
Hora de entrada a decantación	1:32	1:34	
Hora de salida de decantación (mas 20')	1:52	1:54	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")	4,80	4,70	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")	2,70	2,70	
Índice de Durabilidad (Df = L.arena/L.arcilla*100)	56,3	57,4	56,8

### OBSERVACIONES

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. EP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 MTC E - 110, MTC E 111

DESCRIPCION : Agregado fino para Mezcla Asfáltica en Caliente  
TESIS : "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."  
MATERIAL : Mezcla 20% Arena Chancada + 45% Arena Zarandeada.  
CANTERA : Tres Tomas  
RESP. LAB : S.B.F.  
UBICACIÓN : Ferreñafe  
TEC. LAB. : C.D.S.  
AUTOR : Fustamante Fustamante Jhonatan Pier  
FECHA : 21/05/2018

#### DATOS DE ENSAYO

##### LIMITE LIQUIDO

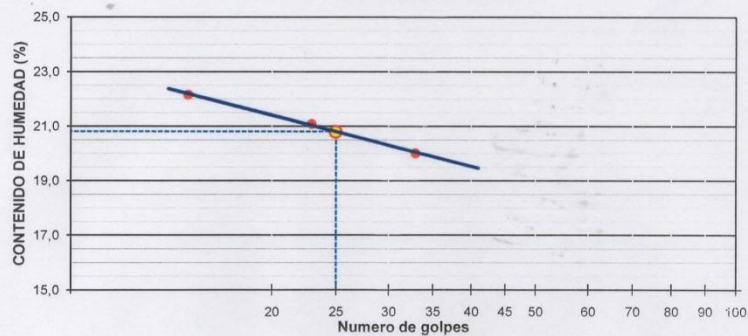
N° TARRO	23	15	16
TARRO + SUELO HUMEDO	36,74	35,96	35,23
TARRO + SUELO SECO	33,32	32,42	31,85
AGUA	3,42	3,54	3,38
PESO DEL TARRO	16,23	15,63	16,59
PESO DEL SUELO SECO	17,09	16,79	15,26
% DE HUMEDAD	20,01	21,08	22,15
N° DE GOLPES	33	23	15

##### LIMITE PLASTICO

N° TARRO	3	12
TARRO + SUELO HUMEDO	16,12	17,01
TARRO + SUELO SECO	15,03	15,96
AGUA	1,09	1,05
PESO DEL TARRO	8,96	9,85
PESO DEL SUELO SECO	6,07	6,11
% DE HUMEDAD	17,96	17,18

LL : 20,8 %      LP : 17,6 %      IP : 3,2 %

#### % DE HUMEDAD A 25 GOLPES



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundo Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

(MTC -219)

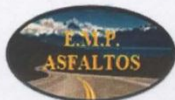
DESCRIPCION	: Agregado fino para Mezcla Asfáltica en Caliente			RESP. LAB	: S.B.F.
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."			TEC. LAB.	: C.D.S.
MATERIAL	: Mezcla 20% Arena Chancada + 45% Arena Zarandeada.			FECHA	: 21/05/2018
CANTERA	: Tres Tomas				
UBICACIÓN	: Ferreñafe				
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier				

### AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
1.-	Recipiente		2	3		
2.-	Peso (Biker 250 ml.)	Gr.	100,52	98,36		
3.-	Peso + Sal +Biker 250 ml.	Gr.	100,54	98,38		
4.-	Peso Sal (2-3)	Gr.	0,02	0,02		
5.-	Peso de Agregado	Gr.	100,0	100,0		
6.-	Aforo de Agua Total Cc.	Gr.	500,0	500,0		
7.-	Volumen de Agua Utilizado Cc.	%	100,0	100,0		
8.-	SALES SOLUBLES $(1/((6x5)/(4x6)))x100$	%	0,10	0,11		
9.-	PROMEDIO SALES SOLUBLES	%	0,11			

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TECNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Zúiga Fernández  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL - WEBER)

MTC E 220 - 2000

DESCRIPCION : Agregado fino para Mezcla Asfáltica en Caliente  
TESIS : "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."  
MATERIAL : Mezcla 20% Arena Chancada + 45% Arena Zarandeada.  
CANTERA : Tres Tomas RESP. LAB : S.B.F.  
UBICACIÓN : Ferreñafe TEC. LAB. : C.D.S.  
AUTOR : Fustamante Fustamante Jhonatan Pier FECHA : 21/05/2018

#### REFERENCIA DE LAS MUESTRAS

Agregado : Mezcla 20% Arena Chancada + 45% Arena Zarandeada.  
Asfalto : PEN 60 - 70  
Aditivo : QUIMIBOND 3000  
Tipo : Aditivo mejorador de adherencia tipo amina  
Cantidad : 0,5% del peso del ligante (Asfalto PEN 60-70)

DENOMINACION			DESPRENDIMIENTO ARIDO - ASFALTO	RESULTADOS
AGUA DESTILADA			0	NULO
Concentración de carbonato sódico	M/256	1	NULO	PARCIAL: 6  TOTAL: 10
	M/128	2	NULO	
	M/64	3	NULO	
	M/32	4	NULO	
	M/16	5	NULO	
	M/8	6	PARCIAL	
	M/4	7	PARCIAL	
	M/2	8	PARCIAL	
	M/1	9	PARCIAL	

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
REG. CIVIL 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

DESCRIPCION : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente  
TESIS : "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 - KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."  
MATERIALES : Agregados chancados  
CANTERA : Tres Tomas  
UBICACIÓN : Ferreñafe  
AUTOR : Fustamante Fustamante Jhonatan Pier  
RESP. LAB. : S.B.F  
TEC. LAB. : C.D.S.  
FECHA : 23/05/2018

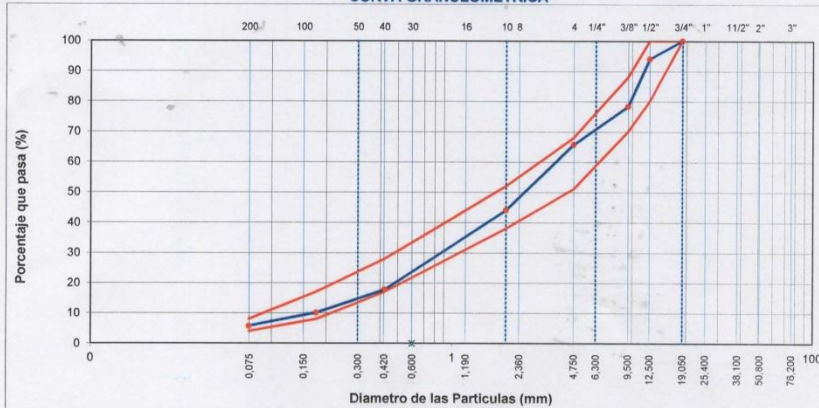
#### DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada <3/4"	35%
Arena Chancada <1/4"	20%
Arena Zarandeada < 3/4"	45%
	0%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

TAMAÑO MAXIMO : 3/4"  
Peso inicial seco : 5000 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1"	25,400					MAC - 2	
3/4"	19,000				100,0	100	
1/2"	12,500	298	6,0	6,0	94,0	80 100	
3/8"	9,500	784	15,7	21,6	78,4	70 88	
Nº 4	4,750	632	12,6	34,3	65,7	51 68	
Nº 10	2,000	197,3	21,6	55,9	44,1	38 52	Observación:
Nº 40	0,425	240,3	26,3	82,2	17,8	17 28	
Nº 80	0,177	70,3	7,7	89,9	10,1	8 17	
Nº 200	0,075	40,0	4,4	94,3	5,7	4 8	
< Nº 200	FONDO	52,1	5,7	100,0			

#### CURVA GRANULOMETRICA



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NORMA MTC E 205, AASHTO T-84)

DESCRIPCION	Agregado fino para Mezcla Asfáltica en Caliente		
TESIS	"Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 - KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."		
MATERIAL	Mezcla 20% Arena Chancada + 45% Arena Zarandeada.		
CANTERA	Tres Tomas	RESP. LAB :	S.B.F.
UBICACIÓN	Ferreñafe	TEC. LAB. :	C.D.S.
AUTOR	Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA :	21/05/2018

#### DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-1

#### AGREGADO FINO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	300,0	300,0		
B	Peso Frasco + agua	668,3	668,6		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	968,3	968,6		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	852	853,2		
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	116,3	115,4		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	297	297,3		
G	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)	113,3	112,7		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2,554	2,576		2,565
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2,580	2,600		2,590
	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	2,621	2,638		2,630
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1,01	0,91		0,96%

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

DESCRIPCION : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente

TESIS : "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."

MATERIALES : Agregados chancados

CANTERA : Tres Tomas

UBICACIÓN : Ferreñafe

AUTOR : Fustamante Fustamante Jhonatan Pier

RESP. LAB. : S.B.F

TEC. LAB. : C.D.S.

FECHA : 23/05/2018

PORCENTAJE DE ASFALTO	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	DETALLE DEL
1.- PESO DEL FRASCO	1000	1000	1000	1000	1000	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2906	2906	2906	2906	2906	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2461	2460	2458	2456	2453	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3561,2	3559,5	3558,3	3555,6	3553,2	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1100	1100	1100	1100	1100	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	445	447	448	450	453	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	2,473	2,464	2,457	2,442	2,429	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5,8	DISEÑO	

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
.....  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
.....  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. C.P. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
OBRA	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 - KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 23/05/2018

Grava Chancada <3/4"	35%
Arena Chancada <1/4"	20%
Arena Zarandeada < 3/4"	45%
	0%

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	34,29	32,74
B Arena	65,71	62,76
C Filler	0	0,00

% Que Pasa el Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200	
Mezcla	100	94,0	78,4	65,7		44,1	17,8	10,1	5,7	
Especificaciones IVB	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68		38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

	#	1	2	3	Prom.
1 Numero de probeta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	4,5	4,5	4,5	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32,74	32,74	32,74	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	62,76	62,76	62,76	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1,021	1,021	1,021	
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2,677	2,677	2,677	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2,707	2,707	2,707	2,692
9 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2,590	2,590	2,590	
10 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2,630	2,630	2,630	2,610
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc				
12 Altura promedio de la probeta	cm	6,4	6,5	6,3	
13 Peso de la probeta en el aire	gr	1201,2	1197,9	1200,1	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr	1202,7	1200	1203,9	
15 Peso de la Probeta en el Agua	gr	687,1	685	686,8	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	515,6	515	517,1	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2,330	2,326	2,321	2,326
18 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2,473	2,473	2,473	
19 Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc	2,462	2,462	2,462	
20 % de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5,79	5,94	6,13	5,96
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc	2,638	2,638	2,638	
22 Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc	2,656	2,656	2,656	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc	2,651	2,651	2,651	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,19	0,19	0,19	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	84,35	84,22	84,03	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	9,85	9,84	9,81	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	15,65	15,78	15,97	15,80
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	4,32	4,32	4,32	
29 Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	62,96	62,33	61,46	62,25
30 Lectura del aro	pul.	215	216	213	
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	907	911	899	
32 Factor de estabilidad		1,00	1,00	1,00	
33 Estabilidad corregida 31*32	kg	907	911	899	906
34 Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	14	14	13	14
35 Fluencia	m.m.	3,56	3,56	3,30	
36 Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2550	2562	2721	2611

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundina Furga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
OBRA	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 - KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 23/05/2018

Grava Chancada <3/4"	35%
Arena Chancada <1/4"	20%
Arena Zarandeada < 3/4"	45%
	0%

#### CEMENTO ASFALTICO PEN 60-70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	34,29	32,57
B Arena.	65,71	62,43
C Filler	0	0,00

% Que Pasa el Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200	
Mezcla	100	94,0	78,4	65,7		44,1	17,8	10,1	5,7	
Especificaciones IVB	100	80-100	70-88	51-68		38-52	17-28	8-17	4-8	

#	1	2	3	Prom.
1 Numero de probeta	%	5,0	5,0	5,0
2 C.A. en peso de la mezcla	%	32,57	32,57	32,57
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	62,43	62,43	62,43
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%			
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%			
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,677	2,677	2,677
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,707	2,707	2,707
9 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,590	2,590	2,590
10 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,630	2,630	2,630
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.			
12 Altura promedio de la probeta	cm.	6,4	6,5	6,3
13 Peso de la probeta en el aire	gr.	1195,5	1197,8	1199,1
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1197,3	1199,9	1201,2
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	686,2	689,5	689,9
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	511,1	510,4	511,3
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,339	2,347	2,345
18 Peso específico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,464	2,464	2,464
19 Maxima densidad teorica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2,444	2,444	2,444
20 % de vacios con aire $100 * ((1 - 17/18) / ((3/7) + (4/9) + (5/11)))$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5,05	4,74	4,81
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2,638	2,638	2,638
22 Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2,656	2,656	2,656
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc.	2,662	2,662	2,662
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,35	0,35	0,35
25 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	84,25	84,53	84,47
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	10,70	10,73	10,72
27 % vacios del agregado mineral 100-25	%	15,75	15,47	15,53
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	4,67	4,67	4,67
29 Relacion betun vacios $(26/27) * 100$	%	67,91	69,35	69,05
30 Lectura del aro.	pul.	240	241	243
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1012	1016	1024
32 Factor de estabilidad		1,00	1,00	1,00
33 Estabilidad corregida 31*32	kg	1012	1016	1024
34 Lectura del fleximetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	14	15	15
34 Fluencia	m.m.	3,56	3,81	3,81
35 Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	2845	2666	2688

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino J. Argüa Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo, Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
- RPC 954 131 476, E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T-245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 - KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 23/05/2018

Grava Chancada <3/4"	35%
Arena Chancada <1/4"	20%
Arena Zarandeada <3/4"	45%
	0%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz											
A Grava Triturada	34,29	32,40												
B Arena	65,71	62,10												
C Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4			Nº10	Nº40	Nº80	Nº200	
Mezcla			100	94,0	78,4	65,7				44,1	17,8	10,1	5,7	
Especificaciones IVB			100	80-100	70-88	51-68				38-52	17-28	8-17	4-8	

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5,5	5,5	5,5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	32,40	32,40	32,40	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	62,10	62,10	62,10	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,677	2,677	2,677	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,707	2,707	2,707	2,692
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,590	2,590	2,590	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,630	2,630	2,630	2,610
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,1	6,2	6,2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1196,3	1197,4	1197,6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1197,5	1199	1198,7	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	693,4	693,5	693,6	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	504,1	505,5	505,1	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,373	2,369	2,371	2,371
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,457	2,457	2,457	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100[(2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)+(9/10)]$	gr/cc.	2,426	2,426	2,426	
20	% de vacios con aire $100[(1-17/18)]$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3,41	3,59	3,50	3,50
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]$	gr/cc.	2,638	2,638	2,638	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc.	2,656	2,656	2,656	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc.	2,676	2,676	2,676	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-5(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,56	0,56	0,56	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	85,03	84,87	84,95	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11,56	11,54	11,55	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	14,97	15,13	15,05	15,05
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	4,97	4,97	4,97	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	77,20	76,26	76,75	76,74
30	Lectura del aro.	pul.	252	254	250	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1062	1070	1054	
32	Factor de estabilidad		1,04	1,04	1,04	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1104	1113	1096	1104
34	Lectura del fleximetro (0.01") (35/0.254)	pul.	14	14	16	15
34	Fluencia	m.m.	3,56	3,56	4,06	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	3106	3130	2696	2977

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundina Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo, Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 - KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	23/05/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		

Grava Chancada <3/4"	35%
Arena Chancada <1/4"	20%
Arena Zarandeada < 3/4"	45%
	0%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Material		% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
A	Grava Triturada	34,29	32,23											
B	Arena	65,71	61,77											
C	Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4			Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
Mezcla				100	94,0	78,4	65,7				44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68				38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6,0	6,0	6,0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	32,23	32,23	32,23	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	61,77	61,77	61,77	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,677	2,677	2,677	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,707	2,707	2,707	2,692
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,590	2,590	2,590	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,630	2,630	2,630	2,610
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,1	6,1	6,1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1199,1	1196,1	1199,2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1200,0	1197,1	1200	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	698,2	698,3	699,9	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	501,8	498,8	500,1	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,390	2,398	2,398	2,395
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,442	2,442	2,442	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)))	gr/cc.	2,409	2,409	2,409	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	2,16	1,81	1,82	1,93
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/8)+(5/11))	gr/cc.	2,638	2,638	2,638	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2,656	2,656	2,656	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))	gr/cc.	2,680	2,680	2,680	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,62	0,62	0,62	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*1/21	%	85,16	85,46	85,46	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	12,68	12,72	12,72	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	14,84	14,54	14,54	14,64
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	5,42	5,42	5,42	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	85,46	87,52	87,51	86,83
30	Lectura del aro.	pul.	248	241	245	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1045	1016	1033	
32	Factor de estabilidad		1,04	1,04	1,04	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1087	1056	1074	1072
34	Lectura del fleximetro (0.01") (35/0.254)	pul.	15	15	16	15
34	Fluencia	m.m.	3,81	3,81	4,06	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	2853	2773	2642	2756

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández  
Téc. CIVIL  
RPM C.P. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 - KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."	
MATERIALES	: Agregados chancados	RESP. LAB. : S.B.F
CANTERA	: Tres Tomas	TEC. LAB. : C.D.S.
UBICACIÓN	: Ferreñafe	FECHA : 23/05/2018
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	

Grava Chancada <3/4"	35%
Arena Chancada <1/4"	20%
Arena Zarandeada < 3/4"	45%
	0%

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	34,29	32,06
B Arena	65,71	61,44
C Filler	0	0,00

% Que Pasa el Tamiz											
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200		
Mezcla	100	94,0	78,4	65,7		44,1	17,8	10,1	5,7		
Especificaciones IVB	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68		38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8		

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6,5	6,5	6,5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	32,06	32,06	32,06	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	61,44	61,44	61,44	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,677	2,677	2,677	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,707	2,707	2,707	2,692
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,590	2,590	2,590	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,630	2,630	2,630	2,610
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,36	6,34	6,3	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1193,9	1194,0	1193,8	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1194,6	1194,6	1194,4	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	696,0	695,2	696,1	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	498,6	499,4	498,3	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,395	2,391	2,396	2,394
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,429	2,429	2,429	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100/((2/6)+(3/2*(7+8)+(4/2*(9+10)))	gr/cc.	2,391	2,391	2,391	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	1,43	1,58	1,38	1,47
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc.	2,638	2,638	2,638	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2,656	2,656	2,656	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/((3/8-8)+(4/10-10))	gr/cc.	2,687	2,687	2,687	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,71	0,71	0,71	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	84,88	84,76	84,93	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	13,68	13,65	13,69	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	15,12	15,24	15,07	15,14
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	5,83	5,83	5,83	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	90,52	89,62	90,83	90,32
30	Lectura del aro.	pul.	206	210	208	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	869	886	878	
32	Factor de estabilidad		1,04	1,04	1,04	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	904	921	913	913
34	Lectura del fleximetro (0.01") (35/0.254)	pul.	15	14	15	15
35	Fluencia	m.m.	3,81	3,56	3,81	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	2373	2591	2396	2453

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Parga Fernández  
ING. CIVIL  
R.E.C.P. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

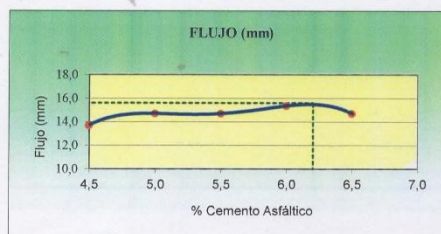
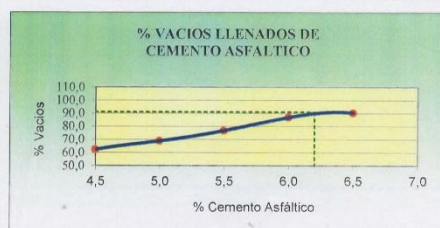
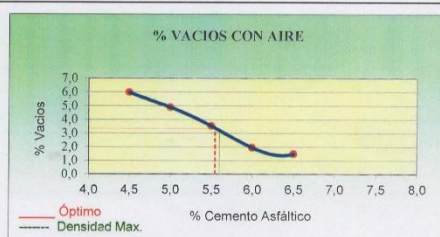
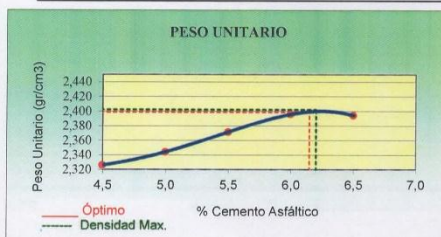
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica Económica para mejoramiento de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimentos Reciclado de la Av. Chiclayo KM. 0+000 – KM. 6+300 José Leonardo Ortiz."	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	23/05/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5,8
Peso Unitario (gr/cm²)	2,402
Vacios (%)	3,30
Vacios del Agregado mineral (%)	15,00
Vacios Llenados de C.A (%)	91,00
Flujo (mm)	3,96
Estabilidad (Kg)	1140
Relación Polvo Asfalto	1,02

Nota: El Óptimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacios al aire y Estabilidad

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández  
REVISOR CIVIL  
REG. C.P. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

**DESCRIPCION** : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente

**TESIS** : "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".

**MATERIALES** : Agregados chancados

**CANTERA** : Tres Tomas

**UBICACIÓN** : Ferreñafe

**AUTOR** : Fustamante Fustamante Jhonatan Pier

**RESP. LAB.** : S.B.F

**TEC. LAB.** : C.D.S.

**FECHA** : 01/08/2018

PORCENTAJE DE ASFALTO	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
1.- PESO DEL FRASCO	1000	1000	1000	1000	1000	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2906	2906	2906	2906	2906	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2461	2459	2457	2455	2452	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3560,7	3559,1	3557,2	3555,2	3552,2	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1100	1100	1100	1100	1100	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	445	447	449	451	454	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	2,470	2,461	2,451	2,440	2,424	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.9	DISEÑO	

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino B. B. Fernández  
ING. CIVIL  
REG. C.T.P. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 01/08/2018

Grava Chancada <3/4"	31%
Arena Chancada <1/4"	18%
Arena Zarandeada < 3/4"	41%
Asfalto Reciclado	10%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	34,29	32,74
B Arena.	65,71	62,76
C Filler	0	0,00

	65,71	62,76	% Que Pasa el Tamiz										
	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4			Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
Mezcla			100	94,0	78,4	65,7				44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB			100	80 - 100	70 - 88	51 - 68				38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4,5	4,5	4,5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	32,74	32,74	32,74	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	62,76	62,76	62,76	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670	2,670	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698	2,698	2,684
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584	2,584	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612	2,612	2,598
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,4	6,5	6,3	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1193,8	1192,7	1194,3	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1195,2	1194,1	1196,7	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	672,5	672,8	673,2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	522,7	521,3	523,5	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,284	2,288	2,281	2,284
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,470	2,470	2,470	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)+(9/10))$	gr/cc.	2,453	2,453	2,453	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	7,54	7,38	7,65	7,52
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627	2,627	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641	2,641	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc.	2,647	2,647	2,647	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,30	0,30	0,30	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	83,03	83,18	82,94	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	9,42	9,44	9,41	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	16,97	16,82	17,06	16,95
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	4,21	4,21	4,21	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	55,54	56,13	55,18	55,62
30	Lectura del aro.	pul.	110	111	113	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	467	471	480	
32	Factor de estabilidad		0,96	1,00	0,96	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	448	471	460	460
34	Lectura del fleximetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	10	11	10	10
34	Fluencia	m.m.	2,54	2,79	2,54	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	1765	1687	1813	1755

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. C.T.P. 169278





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

## DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 01/08/2018

Grava Chancada <3/4"	31%
Arena Chancada <1/4"	18%
Arena Zarandeada < 3/4"	41%
Asfalto Reciclado	10%

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	34,29	32,57
B Arena.	65,71	62,43

% Que Pasa el Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4		N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla	100	94,0	78,4	65,7			44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68			38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5,0	5,0	5,0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	32,57	32,57	32,57	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	62,43	62,43	62,43	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%				
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670	2,670	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698	2,698	2,684
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584	2,584	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612	2,612	2,598
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,4	6,5	6,3	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1193,5	1194,5	1194,5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1195,4	1196,3	1196,2	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	681,3	682,8	683,1	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	514,1	513,5	513,1	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,322	2,326	2,328	2,325
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,461	2,461	2,461	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)+(9/10))$	gr/cc.	2,435	2,435	2,435	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5,68	5,49	5,42	5,53
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627	2,627	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641	2,641	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc.	2,659	2,659	2,659	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,47	0,47	0,47	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	83,96	84,13	84,19	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	10,36	10,38	10,39	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	16,04	15,87	15,81	15,91
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	4,56	4,56	4,56	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	64,58	65,39	65,72	65,23
30	Lectura del aro.	pul.	130	132	134	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	551	559	568	
32	Factor de estabilidad		1,00	1,00	1,00	
33	Estabilidad corregida $31*32$	kg	551	559	568	559
34	Lectura del fleximetro (0.01") $(35/0.254)$	pul.	12	12	12	12
34	Fluencia	m.m.	3,05	3,05	3,05	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	1807	1835	1862	1835

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 16977R





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 6193119, RPM # 948 852 622  
 - RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 01/08/2018

Grava Chancada <3/4"	31%
Arena Chancada <1/4"	18%
Arena Zarandeada < 3/4"	41%
Asfalto Reciclado	10%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Material		% Mezcla	% Diseño											
A	Grava Triturada	34,29	32,40											
B	Arena.	65,71	62,10	% Que Pasa el Tamiz										
C	Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4			N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla				100	94,0	78,4	65,7				44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68				38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5,5	5,5	5,5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32,40	32,40	32,40	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	62,10	62,10	62,10	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670	2,670	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698	2,698	2,684
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584	2,584	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612	2,612	2,598
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,1	6,2	6,2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1193,52	1194,6	1194,0	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1195,6	1197,1	1196,3	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	686,6	687,5	687,1	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	509	509,6	509,2	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,345	2,344	2,345	2,345
18	Peso específico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,451	2,451	2,451	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/10)+(9/10))$	gr/cc.	2,418	2,418	2,418	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4,33	4,36	4,33	4,34
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627	2,627	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641	2,641	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc.	2,669	2,669	2,669	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,61	0,61	0,61	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	84,35	84,33	84,36	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11,31	11,31	11,32	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	15,65	15,67	15,64	15,65
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	4,93	4,93	4,93	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	72,32	72,19	72,32	72,28
30	Lectura del aro.	pul.	174	173	171	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	735	731	723	
32	Factor de estabilidad		1,00	1,00	1,00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	735	731	723	730
34	Lectura del fleximetro (0.01") $(35/0.254)$	pul.	14	13	13	13
34	Fluencia	m.m.	3,56	3,30	3,30	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	2067	2214	2188	2157

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 .....  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 .....  
 Secundino Burga Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 1169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo, Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	01/08/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		

Grava Chancada <3/4"	31%
Arena Chancada <1/4"	18%
Arena Zarandeada < 3/4"	41%
Asfalto Reciclado	10%

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	34,29	32,23										
B Arena	65,71	61,77										
C Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4		Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
Mezcla			100	94,0	78,4	65,7			44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB			100	80 - 100	70 - 88	51 - 68			38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6,0	6,0	6,0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32,23	32,23	32,23	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	61,77	61,77	61,77	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670	2,670	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698	2,698	2,684
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584	2,584	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612	2,612	2,598
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,1	6,1	6,1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1194,8	1195,0	1193,9	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1196,5	1196,7	1195,4	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	686,0	686,8	686,1	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	510,5	509,9	509,3	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,340	2,344	2,344	2,343
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,440	2,440	2,440	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2,400	2,400	2,400	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4,08	3,96	3,93	3,99
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-21)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627	2,627	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641	2,641	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc.	2,678	2,678	2,678	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,74	0,74	0,74	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	83,75	83,86	83,89	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	12,16	12,18	12,18	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	16,25	16,14	16,11	16,17
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	5,31	5,31	5,31	
29	Relación betún vacíos $(26/27)*100$	%	74,87	75,49	75,61	75,32
30	Lectura del aro	pul.	170	171	172	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	718	723	727	
32	Factor de estabilidad		1,00	1,00	1,00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	718	723	727	723
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	14	14	15	14
34	Fluencia	m.m.	3,56	3,56	3,81	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2020	2032	1908	1987

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP: 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	01/08/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		

Grava Chancada <3/4"	31%
Arena Chancada <1/4"	18%
Arena Zarandeada <3/4"	41%
Asfalto Reciclado	10%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
A Grava Triturada	34,29	32,06											
B Arena.	65,71	61,44											
C Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4			N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla			100	94,0	78,4	65,7				44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB			100	80 - 100	70 - 88	51 - 68				38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta			
2	C.A. en peso de la mezcla	6,5	6,5	6,5
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	32,06	32,06	32,06
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	61,44	61,44	61,44
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	0,00	0,00	0,00
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	1,021	1,021	1,021
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	2,670	2,670	2,670
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	2,698	2,698	2,698
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	2,584	2,584	2,584
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	2,612	2,612	2,612
11	Peso especifico aparente del filler			
12	Altura promedio de la probeta	6,36	6,34	6,3
13	Peso de la probeta en el aire	1195,3	1196,3	1194,9
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	1197,3	1198	1196,4
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	683,2	684,1	682,1
16	Volumen de la Probeta 14-15	514,1	513,9	514,3
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	2,325	2,328	2,323
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	2,424	2,424	2,424
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)))	2,383	2,383	2,383
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	4,08	3,96	4,15
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	2,627	2,627	2,627
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	2,641	2,641	2,641
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))	2,680	2,680	2,680
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	0,77	0,77	0,77
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	82,76	82,86	82,70
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	13,16	13,18	13,15
27	% vacios del agregado mineral 100-25	17,24	17,14	17,30
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	5,78	5,78	5,78
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	76,33	76,87	76,01
30	Lectura del aro.	132	130	132
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	559	551	559
32	Factor de estabilidad	1,00	1,00	1,00
33	Estabilidad corregida 31*32	559	551	559
34	Lectura del fleximetro (0.01") (35/0.254)	14	15	15
35	Fluencia	3,56	3,81	3,81
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	1573	1446	1468

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. QTP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

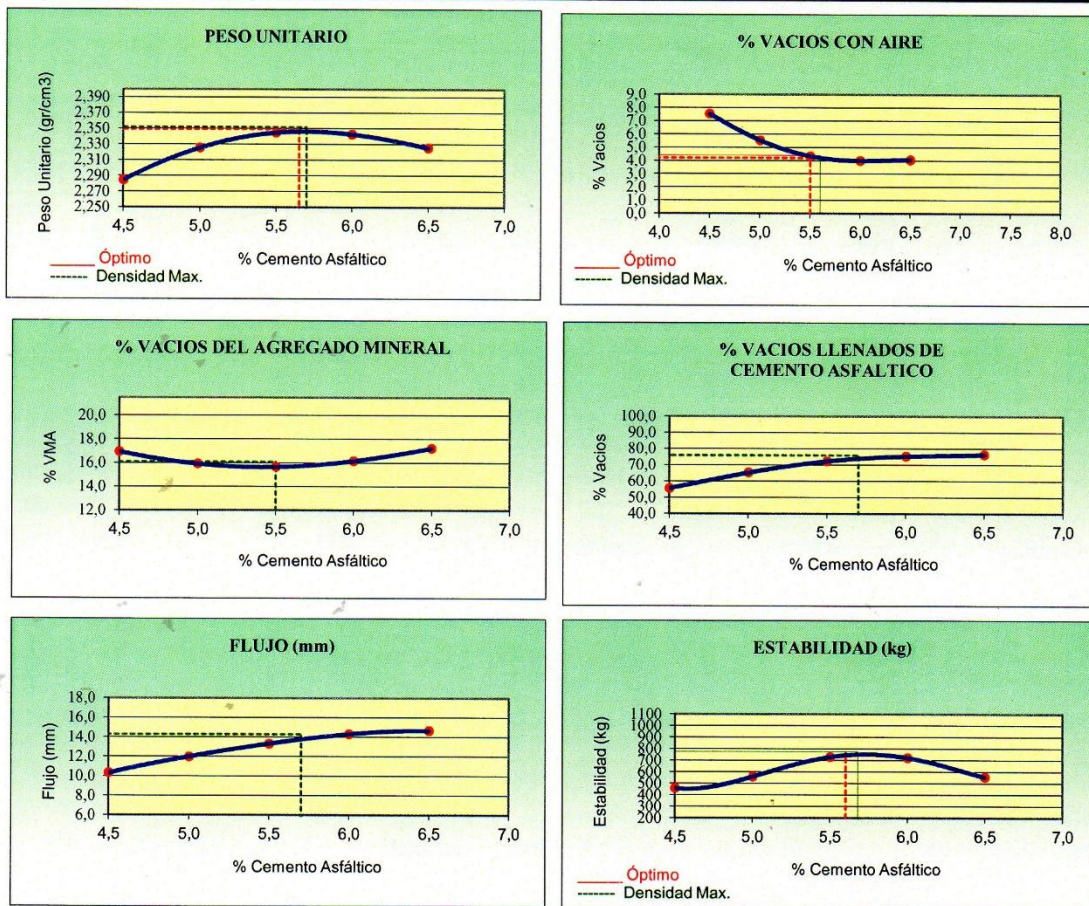
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	01/08/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5,90
Peso Unitario (gr/cm <sup>2</sup> )	2,352
Vacios (%)	4,40
Vacios del Agregado mineral (%)	16,10
Vacios Llenados de C.A (%)	76,00
Flujo (mm)	3,63
Estabilidad (Kg)	775
Relación Polvo Asfalto	1,03

Nota: El Óptimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacios al aire y Estabilidad

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. GTP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

**DESCRIPCION** : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente

**TESIS** : "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".

**MATERIALES** : Agregados chancados

**CANtera** : Tres Tomas

**UBICACIÓN** : Ferreñafe

**AUTOR** : Fustamante Fustamante Jhonatan Pier

**RESP. LAB.** : S.B.F

**TEC. LAB.** : C.D.S.

**FECHA** : 05/08/2018

PORCENTAJE DE ASFALTO	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
1.- PESO DEL FRASCO	1000	1000	1000	1000	1000	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2906	2906	2906	2906	2906	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2461	2459	2457	2455	2452	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3560,7	3559,1	3557,2	3555,2	3552,2	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1100	1100	1100	1100	1100	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	445	447	449	451	454	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	2,470	2,461	2,451	2,440	2,424	

CONTENIDO C.A. %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5,9	DISEÑO	

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
.....  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
.....  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

## DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 05/08/2018

Grava Chancada <3/4"	28%
Arena Chancada <1/4"	15%
Arena Zarandeada < 3/4"	37%
Asfalto Reciclado	20%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Material		% Mezcla	% Diseño										
A	Grava Triturada	34,29	32,74										
B	Arena.	65,71	62,76	% Que Pasa el Tamiz									
C	Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4		Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
Mezcla				100	94,0	78,4	65,7			44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68			38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta			
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4,5	4,5
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32,74	32,74
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	62,76	62,76
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.		
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,4	6,5
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1211	1210
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1216,5	1215,4
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	689,0	685
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	527,5	530,4
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,296	2,281
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,470	2,470
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2(7+8)) + (4/2(9+10)))$	gr/cc.	2,453	2,453
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	7,06	7,65
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 21) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc.	2,647	2,647
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E-511)	%	0,30	0,30
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	83,46	82,94
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	9,47	9,41
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	16,54	17,06
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	4,21	4,21
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	57,28	55,17
30	Lectura del aro.	pul.	115	112
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	488	475
32	Factor de estabilidad		0,96	0,96
33	Estabilidad corregida $31 * 32$	kg	469	456
34	Lectura del flexímetro $(0.01") (35 / 0.254)$	pul.	14	15
34	Fluencia	m.m.	3,56	3,81
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	1318	1198

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 05/08/2018

Grava Chancada <3/4"	28%
Arena Chancada <1/4"	15%
Arena Zarandeada < 3/4"	37%
Asfalto Reciclado	20%

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	34,29	32,57
B Arena.	65,71	62,43
C Filler	0	0,00

% Que Pasa el Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°40	N°80	N°200	
Mezcla	100	94,0	78,4	65,7		44,1	17,8	10,1	5,7	
Especificaciones IVB	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68		38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5,0	5,0	5,0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32,57	32,57	32,57	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	62,43	62,43	62,43	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%				
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670	2,670	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698	2,698	2,684
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584	2,584	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612	2,612	2,598
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,4	6,5	6,3	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1210,6	1209	1210,5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1214,5	1216	1215,0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	693,2	695,6	694,2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	521,3	520,4	520,8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,322	2,323	2,324	2,323
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,461	2,461	2,461	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2,435	2,435	2,435	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5,65	5,61	5,57	5,61
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627	2,627	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641	2,641	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc.	2,659	2,659	2,659	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,47	0,47	0,47	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	83,98	84,02	84,06	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	10,36	10,37	10,37	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	16,02	15,98	15,94	15,98
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	4,56	4,56	4,56	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	64,71	64,87	65,06	64,88
30	Lectura del aro.	pul.	132	133	135	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	559	563	572	
32	Factor de estabilidad		1,00	1,00	1,00	
33	Estabilidad corregida $31 * 32$	kg	559	563	572	565
34	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	15	14	14	14
34	Fluencia	m.m.	3,81	3,56	3,56	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	1468	1584	1608	1553

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. C.P. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 05/08/2018

Grava Chancada <3/4"	28%
Arena Chancada <1/4"	15%
Arena Zarandeada < 3/4"	37%
Asfalto Reciclado	20%

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	34,29	32,40										
B Arena	65,71	62,10										
C Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4		Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
Mezcla			100	94,0	78,4	65,7			44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB			100	80 - 100	70 - 88	51 - 68			38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5,5	5,5	5,5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32,40	32,40	32,40	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	62,10	62,10	62,10	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670	2,670	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698	2,698	2,684
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584	2,584	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612	2,612	2,598
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,1	6,2	6,2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1212	1213	1211,0	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1212,5	1214	1212	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	699,1	699,3	700,6	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	513,4	514,7	511,4	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,361	2,357	2,368	2,362
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,451	2,451	2,451	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2,418	2,418	2,418	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3,68	3,85	3,39	3,64
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 21) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627	2,627	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641	2,641	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc.	2,669	2,669	2,669	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,61	0,61	0,61	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	84,93	84,78	85,19	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	11,39	11,37	11,43	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	15,07	15,22	14,81	15,03
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	4,93	4,93	4,93	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	75,57	74,73	77,15	75,82
30	Lectura del aro.	pul.	175	177	175	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	739	748	739	
32	Factor de estabilidad		1,00	1,00	1,00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	739	748	739	742
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	14	14	13	14
34	Fluencia	m.m.	3,56	3,56	3,30	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2079	2103	2239	2140

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	05/08/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		

Grava Chancada <3/4"	28%
Arena Chancada <1/4"	15%
Arena Zarandeada < 3/4"	37%
Asfalto Reciclado	20%

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	34,29	32,23										
B Arena	65,71	61,77										
C Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4		N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla			100	94,0	78,4	65,7			44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB			100	80 - 100	70 - 88	51 - 68			38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

		#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6,0	6,0	6,0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	32,23	32,23	32,23	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	61,77	61,77	61,77	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670	2,670	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698	2,698	2,684
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584	2,584	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612	2,612	2,598
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,1	6,1	6,1	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1213,6	1212,8	1211,6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1214,3	1213,9	1212,8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	702,2	701,3	701,2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	512,1	512,6	511,6	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	gr/cc.	2,370	2,366	2,368	2,368
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 , MTC E 508)	gr/cc.	2,440	2,440	2,440	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3/2(7+8)+(4/2(9+10)))$	gr/cc.	2,400	2,400	2,400	
20	% de vacios con aire = $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	2,88	3,04	2,94	2,95
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-21)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627	2,627	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641	2,641	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc.	2,678	2,678	2,678	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0,74	0,74	0,74	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	84,80	84,66	84,75	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	12,32	12,30	12,31	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	15,20	15,34	15,25	15,26
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	5,31	5,31	5,31	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	81,05	80,19	80,70	80,65
30	Lectura del aro.	pul.	170	172	173	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	718	727	729	
32	Factor de estabilidad		1,00	1,00	1,00	
33	Estabilidad corregida $31*32$	kg	718	727	729	725
34	Lectura del fleximetro (0.01") $(35/0.254)$	pul.	12	13	12	12
34	Fluencia	m.m.	3,05	3,30	3,05	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	2357	2201	2391	2317

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. C.T.P. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	05/08/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		

Grava Chancada <3/4"	28%
Arena Chancada <1/4"	15%
Arena Zarandeada < 3/4"	37%
Asfalto Reciclado	20%

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	34,29	32,06										
B Arena.	65,71	61,44										
C Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4		N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla			100	94,0	78,4	65,7			44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB			100	80 - 100	70 - 88	51 - 68			38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta			
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6,5	6,5
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	32,06	32,06
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	61,44	61,44
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc.	1,021	1,021
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.		
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,36	6,3
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1210	1213,4
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1213	1214,2
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	697,0	700
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	516	514,2
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514 )	gr/cc.	2,345	2,360
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209 ,MTC E 508)	gr/cc.	2,424	2,424
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)/(9+10))$	gr/cc.	2,383	2,383
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	3,26	3,03
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc.	2,680	2,680
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0,77	0,77
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	83,47	83,99
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	13,27	13,36
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	16,53	16,01
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	5,78	5,78
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	80,28	83,45
30	Lectura del aro.	pul.	125	130
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	530	551
32	Factor de estabilidad		1,00	1,00
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	530	551
34	Lectura del fleximetro (0.01") $(35/0.254)$	pul.	10	10
34	Fluencia	m.m.	2,54	2,54
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	2086	2169

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. C.P. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

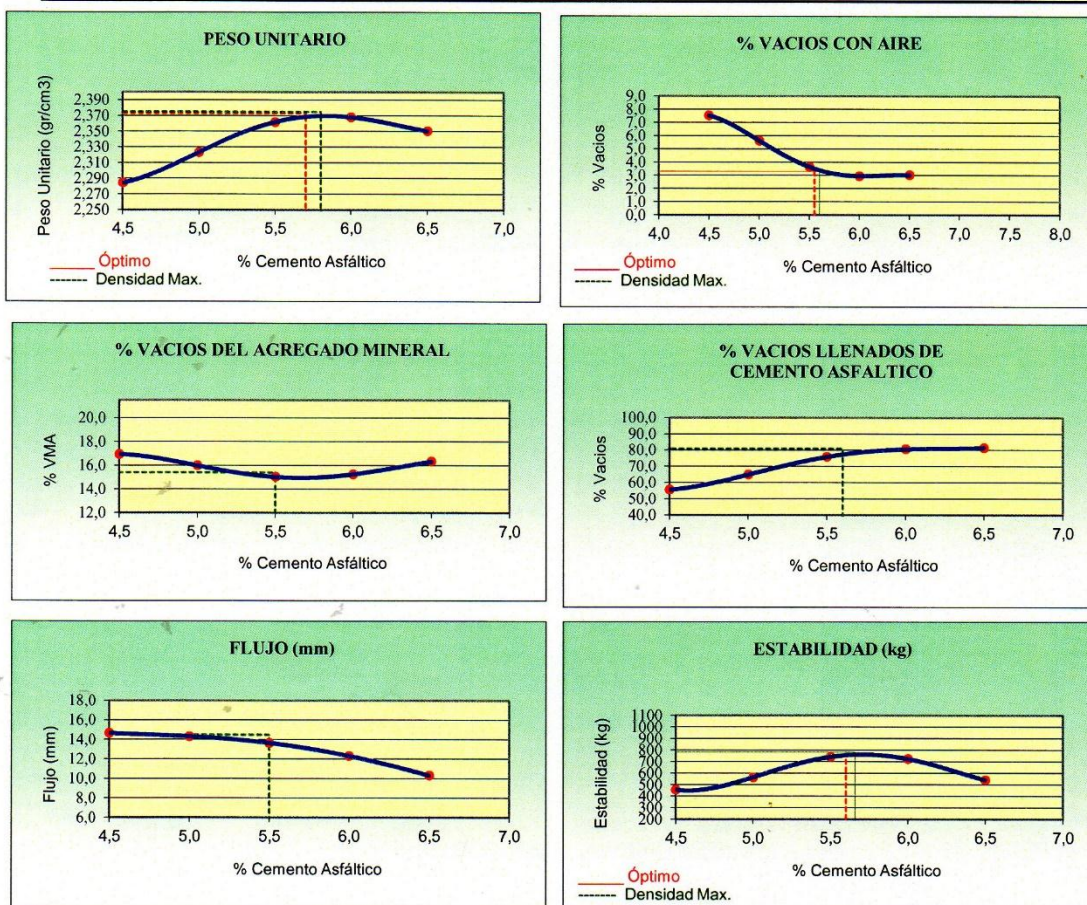
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	05/08/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		



RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	5,85
Peso Unitario (gr/cm <sup>2</sup> )	2,375
Vacios (%)	3,30
Vacios del Agregado mineral (%)	15,40
Vacios Llenados de C.A (%)	81,00
Flujo (mm)	3,68
Estabilidad (Kg)	784
Relación Polvo Asfalto	1,03

Nota: El Optimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacios al aire y Estabilidad

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

**DESCRIPCION** : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente

**TESIS** : "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".

**MATERIALES** : Agregados chancados

**CANTERA** : Tres Tomas

**RESP. LAB.** : S.B.F

**UBICACIÓN** : Ferreñafe

**TEC. LAB.** : C.D.S.

**AUTOR** : Fustamante Fustamante Jhonatan Pier

**FECHA** : 07/08/2018

PORCENTAJE DE ASFALTO	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
1.- PESO DEL FRASCO	1000	1000	1000	1000	1000	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2906	2906	2906	2906	2906	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2461	2459	2457	2455	2452	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3560,7	3559,1	3557,2	3555,2	3552,2	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1100	1100	1100	1100	1100	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	445	447	449	451	454	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	2,470	2,461	2,451	2,440	2,424	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5,7	DISEÑO	

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. C.P. 169278





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

## DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 07/08/2018

Grava Chancada <3/4"	21%
Arena Chancada <1/4"	14%
Arena Zarandeada < 3/4"	35%
Asfalto Reciclado	30%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	34,29	32,74										
B Arena.	65,71	62,76										
C Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4		Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
Mezcla			100	94,0	78,4	65,7			44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB			100	80 - 100	70 - 88	51 - 68			38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4,5	4,5	4,5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32,74	32,74	32,74	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	62,76	62,76	62,76	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,677	2,677	2,677	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,707	2,707	2,707	2,692
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,590	2,590	2,590	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,630	2,630	2,630	2,610
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,4	6,5	6,3	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1202,5	1198,7	1202,1	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1203,7	1200,4	1204,8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	684,7	682,8	685,8	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	519,0	517,6	519	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,317	2,316	2,316	2,316
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,470	2,470	2,470	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2,462	2,462	2,462	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	6,21	6,25	6,24	6,23
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2,638	2,638	2,638	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2,656	2,656	2,656	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc.	2,647	2,647	2,647	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,14	0,14	0,14	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	83,89	83,85	83,86	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	9,90	9,90	9,90	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	16,11	16,15	16,14	16,13
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	4,36	4,36	4,36	
29	Relacion betun vacíos $(26/27) * 100$	%	61,48	61,30	61,35	61,37
30	Lectura del aro.	pul.	205	208	209	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	865	878	882	
32	Factor de estabilidad		1,00	1,00	1,00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	865	878	882	875
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	13	13	12	13
34	Fluencia	m.m.	3,30	3,30	3,05	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	2620	2658	2893	2724

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 07/08/2018

Grava Chancada <3/4"	21%
Arena Chancada <1/4"	14%
Arena Zarandeada < 3/4"	35%
Asfalto Reciclado	30%

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material		% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
A	Grava Triturada	34,29	32,57											
B	Arena.	65,71	62,43											
C	Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4			Nº10	Nº40	Nº80	Nº200

Mezcla	100	94,0	78,4	65,7			44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68			38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5,0	5,0	5,0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32,57	32,57	32,57	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	62,43	62,43	62,43	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%				
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,677	2,677	2,677	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,707	2,707	2,707	2,692
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,590	2,590	2,590	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,630	2,630	2,630	2,610
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,4	6,5	6,3	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1196,5	1194,6	1198,2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1198,2	1195,8	1199,4	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	682,9	683,6	685,2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	515,3	512,2	514,2	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,322	2,332	2,330	2,328
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,461	2,461	2,461	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2,444	2,444	2,444	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5,67	5,25	5,33	5,41
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2,638	2,638	2,638	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2,656	2,656	2,656	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc.	2,659	2,659	2,659	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,31	0,31	0,31	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	83,63	84,01	83,93	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	10,70	10,75	10,74	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	16,37	15,99	16,07	16,14
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	4,71	4,71	4,71	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	65,38	67,21	66,83	66,48
30	Lectura del aro.	pul.	225	229	228	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	949	966	961	
32	Factor de estabilidad		1,00	1,00	1,00	
33	Estabilidad corregida $31 * 32$	kg	949	966	961	959
34	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	14	14	13	14
34	Fluencia	m.m.	3,56	3,56	3,30	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2668	2715	2912	2765

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. C.T.P. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo, Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 07/08/2018

Grava Chancada <3/4"	21%
Arena Chancada <1/4"	14%
Arena Zarandeada < 3/4"	35%
Asfalto Reciclado	30%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño												
A	Grava Triturada	34,29	32,40											
B	Arena.	65,71	62,10	% Que Pasa el Tamiz										
C	Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4			Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
Mezcla				100	94,0	78,4	65,7				44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68				38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5,5	5,5	5,5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32,40	32,40	32,40	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	62,10	62,10	62,10	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,677	2,677	2,677	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,707	2,707	2,707	2,692
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,590	2,590	2,590	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,630	2,630	2,630	2,610
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,1	6,2	6,2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1182,9	1184,7	1183,3	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1183,8	1185,9	1184,5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	683,7	684,7	683,8	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	500,1	501,2	500,7	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,365	2,364	2,363	2,364
18	Peso específico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,451	2,451	2,451	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)+(9/10))$	gr/cc.	2,426	2,426	2,426	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3,49	3,56	3,58	3,54
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2,638	2,638	2,638	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2,656	2,656	2,656	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc.	2,669	2,669	2,669	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,45	0,45	0,45	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	84,75	84,69	84,67	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11,76	11,75	11,75	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	15,25	15,31	15,33	15,30
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	5,08	5,08	5,08	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	77,09	76,75	76,66	76,83
30	Lectura del aro.	pul.	257	257	255	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1083	1081	1074	
32	Factor de estabilidad		1,04	1,04	1,04	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1126	1124	1117	1123
34	Lectura del fleximetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	14	14	15	14
34	Fluencia	m.m.	3,56	3,56	3,81	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	3167	3161	2933	3087

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	07/08/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		

Grava Chancada <3/4"	21%
Arena Chancada <1/4"	14%
Arena Zarandeada < 3/4"	35%
Asfalto Reciclado	30%

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	34,29	32,23										
B Arena.	65,71	61,77										
C Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4		N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla			100	94,0	78,4	65,7			44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB			100	80 - 100	70 - 88	51 - 68			38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta			
2	C.A. en peso de la mezcla	6,0	6,0	6,0
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	32,23	32,23	32,23
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	61,77	61,77	61,77
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	0,00	0,00	0,00
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc. 1,021	1,021	1,021
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2,677	2,677	2,677
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2,707	2,707	2,707
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2,590	2,590	2,590
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2,630	2,630	2,630
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.		
12	Altura promedio de la probeta	cm. 6,1	6,1	6,1
13	Peso de la probeta en el aire	gr. 1201	1198,2	1197,4
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr. 1202,4	1199,7	1198,2
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr. 694,6	693	694,1
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c. 507,8	506,7	504,1
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2,365	2,365	2,375
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2,440	2,440	2,440
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3/2)+(7/8)+(4/2)+(9/10))$	gr/cc. 2,409	2,409	2,409
20	% de vacios con aire = $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 3,07	3,09	2,65
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc. 2,638	2,638	2,638
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc. 2,656	2,656	2,656
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc. 2,678	2,678	2,678
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6/(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% 0,58	0,58	0,58
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	% 84,29	84,28	84,65
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	% 12,64	12,63	12,69
27	% vacios del agregado mineral 100-25	% 15,71	15,72	15,35
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	% 5,45	5,45	5,45
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	% 80,43	80,35	82,70
30	Lectura del aro.	pul. 252	250	255
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 1062	1054	1074
32	Factor de estabilidad	1,04	1,04	1,04
33	Estabilidad corregida 31*32	kg 1104	1096	1117
34	Lectura del fleximetro (0.01") (35 / 0.254)	pul. 14	15	15
34	Fluencia	m.m. 3,56	3,81	3,81
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m. 3106	2876	2933

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 .....  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 .....  
**Secundino Burga Fernández**  
 ING. CIVIL  
 REG. G.P. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo, Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	07/08/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		

Grava Chancada <3/4"	21%
Arena Chancada <1/4"	14%
Arena Zarandeada < 3/4"	35%
Asfalto Reciclado	30%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz									
A Grava Triturada	34,29	32,06										
B Arena.	65,71	61,44										
C Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4		N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla			100	94,0	78,4	65,7			44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB			100	80 - 100	70 - 88	51 - 68			38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

		#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6,5	6,5	6,5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32,06	32,06	32,06	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	61,44	61,44	61,44	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,677	2,677	2,677	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,707	2,707	2,707	2,692
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,590	2,590	2,590	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,630	2,630	2,630	2,610
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,36	6,34	6,3	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1192,1	1193,8	1195,2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1193,4	1194,7	1196,7	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	692,0	692,5	692,6	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	501,4	502,2	504,1	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,378	2,377	2,371	2,375
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,424	2,424	2,424	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2,391	2,391	2,391	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	1,92	1,93	2,19	2,01
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 21) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2,638	2,638	2,638	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2,656	2,656	2,656	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc.	2,680	2,680	2,680	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,61	0,61	0,61	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	84,28	84,27	84,05	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	13,80	13,80	13,76	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	15,72	15,73	15,95	15,80
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	5,93	5,93	5,93	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	87,81	87,72	86,29	87,27
30	Lectura del aro.	pul.	229	230	228	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	966	970	961	
32	Factor de estabilidad		1,04	1,04	1,04	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1004	1009	1000	1004
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35/0.254)	pul.	14	15	16	15
34	Fluencia	m.m.	3,56	3,81	4,06	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	2824	2647	2460	2644

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 .....  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 .....  
 Secundino Burga Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278





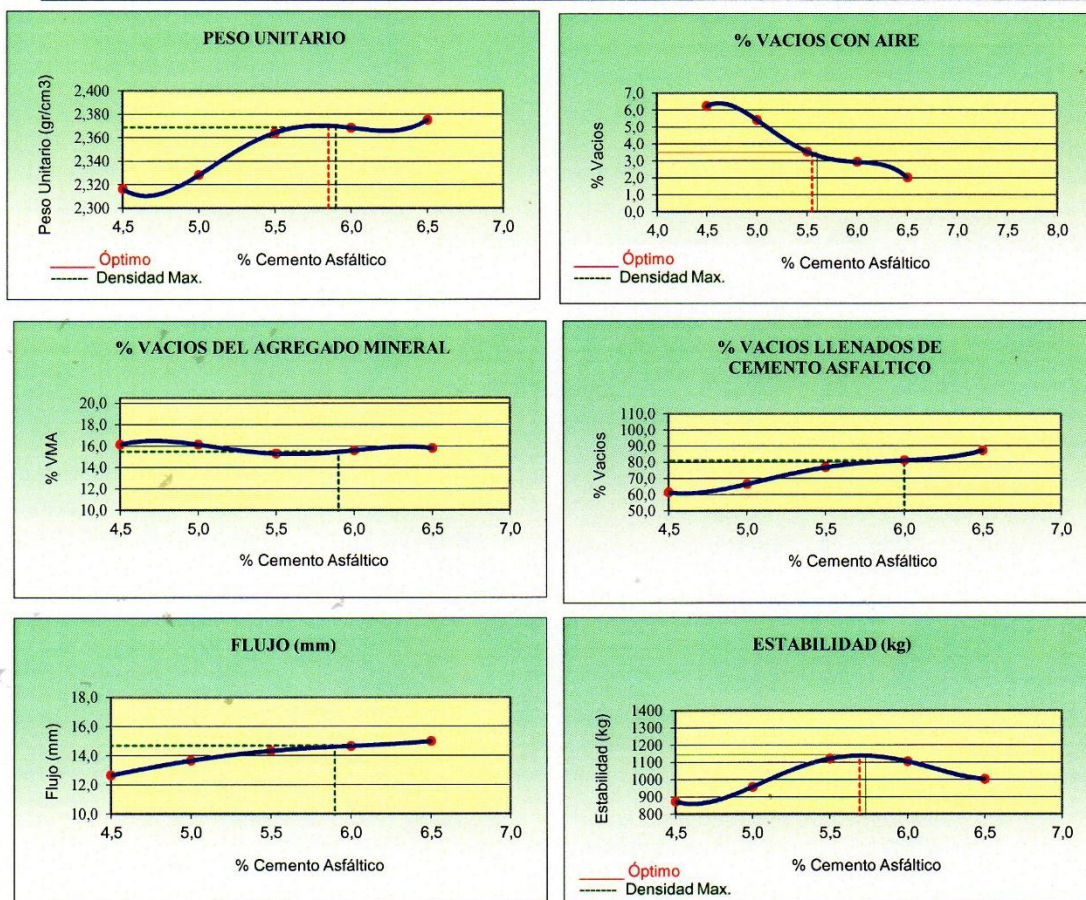
## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	07/08/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5,70
Peso Unitario (gr/cm <sup>2</sup> )	2,369
Vacios (%)	3,50
Vacios del Agregado mineral (%)	15,50
Vacios Llenados de C.A (%)	81,00
Flujo (mm)	3,73
Estabilidad (Kg)	1145
Relación Polvo Asfalto	1,00

Nota: El Óptimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacios al aire y Estabilidad

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo

Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

**DESCRIPCION** : Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente

**TESIS** : "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".

**MATERIALES** : Agregados chancados

**CANTERA** : Tres Tomas

**UBICACIÓN** : Ferreñafe

**AUTOR** : Fustamante Fustamante Jhonatan Pier

**RESP. LAB.** : S.B.F

**TEC. LAB.** : C.D.S.

**FECHA** : 10/08/2018

PORCENTAJE DE ASFALTO	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
1.- PESO DEL FRASCO	1000	1000	1000	1000	1000	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2906	2906	2906	2906	2906	
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	2461	2459	2457	2455	2452	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3560,7	3559,1	3557,2	3555,2	3552,2	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1100	1100	1100	1100	1100	
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	445	447	449	451	454	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	2,470	2,461	2,451	2,440	2,424	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5,7	DISEÑO	

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. C.P. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
- RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 10/08/2018

Grava Chancada <3/4"	19%
Arena Chancada <1/4"	10%
Arena Zarandeada < 3/4"	31%
Asfalto Reciclado	40%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	34,29	32,74
B Arena	65,71	62,76
C Filler	0	0,00

% Que Pasa el Tamiz										
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200	
Mezcla	100	94,0	78,4	65,7		44,1	17,8	10,1	5,7	
Especificaciones IVB	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68		38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta			
2	C.A. en peso de la mezcla	4,5	4,5	4,5
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	32,74	32,74	32,74
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	62,76	62,76	62,76
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	0,00	0,00	0,00
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1,021	1,021	1,021
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2,670	2,670	2,670
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2,698	2,698	2,698
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2,584	2,584	2,584
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2,612	2,612	2,612
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.		
12	Altura promedio de la probeta	cm. 6,4	6,5	6,3
13	Peso de la probeta en el aire	gr. 1201,6	1199,4	1200,9
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr. 1202,9	1201,3	1201,2
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr. 674,4	673,1	672,3
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c. 528,5	528,2	528,9
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2,274	2,271	2,271
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2,470	2,470	2,470
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc. 2,453	2,453	2,453
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 7,96	8,08	8,08
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc. 2,627	2,627	2,627
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc. 2,641	2,641	2,641
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc. 2,647	2,647	2,647
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% 0,30	0,30	0,30
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	% 82,66	82,55	82,55
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	% 9,38	9,37	9,37
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 17,34	17,45	17,45
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	% 4,21	4,21	4,21
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	% 54,10	53,71	53,68
30	Lectura del aro.	pul. 235	233	239
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 991	982	1007
32	Factor de estabilidad	0,96	0,96	0,96
33	Estabilidad corregida 31*32	kg 951	943	967
34	Lectura del flexímetro (0,01") $(35 / 0,254)$	pul. 11	12	11
34	Fluencia	m.m. 2,79	3,05	2,79
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m. 3404	3094	3462

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 10/08/2018

Grava Chancada <3/4"	19%
Arena Chancada <1/4"	10%
Arena Zarandeada < 3/4"	31%
Asfalto Reciclado	40%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Material		% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz										
A	Grava Triturada	34,29	32,57											
B	Arena.	65,71	62,43											
C	Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4			Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
Mezcla				100	94,0	78,4	65,7				44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68				38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5,0	5,0	5,0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32,57	32,57	32,57	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	62,43	62,43	62,43	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%				
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670	2,670	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698	2,698	2,684
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584	2,584	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612	2,612	2,598
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,4	6,5	6,3	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1194,2	1195,7	1196,2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1196,2	1197,4	1197,5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	675,2	672,6	673,2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	521	524,8	524,3	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,292	2,278	2,282	2,284
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,461	2,461	2,461	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2,435	2,435	2,435	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	6,88	7,44	7,31	7,21
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627	2,627	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641	2,641	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc.	2,659	2,659	2,659	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,47	0,47	0,47	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	82,89	82,40	82,51	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	10,23	10,17	10,18	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	17,11	17,60	17,49	17,40
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	4,56	4,56	4,56	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	59,80	57,76	58,21	58,59
30	Lectura del aro.	pul.	255	251	254	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1074	1058	1070	
32	Factor de estabilidad		1,00	0,96	0,96	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1074	1015	1027	1039
34	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	11	12	12	12
34	Fluencia	m.m.	2,79	3,05	3,05	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	3846	3331	3371	3516

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. C.P. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas - Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622

RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	
MATERIALES	: Agregados chancados	
CANTERA	: Tres Tomas	RESP. LAB. : S.B.F
UBICACIÓN	: Ferreñafe	TEC. LAB. : C.D.S.
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier	FECHA : 10/08/2018

Grava Chancada <3/4"	19%
Arena Chancada <1/4"	10%
Arena Zarandeada < 3/4"	31%
Asfalto Reciclado	40%

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material		% Mezcla	% Diseño											
A	Grava Triturada	34,29	32,40											
B	Arena.	65,71	62,10	% Que Pasa el Tamiz										
C	Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4			N°10	N°40	N°80	N°200
Mezcla				100	94,0	78,4	65,7				44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB				100	80 - 100	70 - 88	51 - 68				38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

		#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5,5	5,5	5,5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	32,40	32,40	32,40	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	62,10	62,10	62,10	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670	2,670	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698	2,698	2,684
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584	2,584	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612	2,612	2,598
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta	cm.	6,1	6,2	6,2	
13	Peso de la probeta en el aire	gr.	1180,4	1182,8	1181,7	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1182,6	1184,6	1183,6	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	672,1	674,5	672,8	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	510,5	510,1	510,8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,312	2,319	2,313	2,315
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,451	2,451	2,451	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3/2(7+8)+(4/2(9+10)))$	gr/cc.	2,418	2,418	2,418	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5,66	5,39	5,61	5,56
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627	2,627	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641	2,641	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc.	2,669	2,669	2,669	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,61	0,61	0,61	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	83,18	83,42	83,22	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11,16	11,19	11,16	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	16,82	16,58	16,78	16,73
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	4,93	4,93	4,93	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	66,34	67,47	66,55	66,79
30	Lectura del aro.	pul.	285	287	275	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1200	1209	1158	
32	Factor de estabilidad		1,00	1,00	1,00	
33	Estabilidad corregida $31*32$	kg	1200	1209	1158	1189
34	Lectura del fleximetro $(0.01") (35/0.254)$	pul.	12	13	12	12
34	Fluencia	m.m.	3,05	3,30	3,05	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	3938	3660	3800	3799

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. C.P. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
– RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	10/08/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		

Grava Chancada <3/4"	19%
Arena Chancada <1/4"	10%
Arena Zarandeada < 3/4"	31%
Asfalto Reciclado	40%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	34,29	32,23
B Arena.	65,71	61,77

% Que Pasa el Tamiz											
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4			Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
Mezcla	100	94,0	78,4	65,7				44,1	17,8	10,1	5,7
Especificaciones IVB	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68				38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

	#	1	2	3	Prom.
1 Numero de probeta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	6,0	6,0	6,0	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	32,23	32,23	32,23	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	61,77	61,77	61,77	
5 % de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6 Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7 Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670	2,670	
8 Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698	2,698	2,684
9 Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584	2,584	
10 Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612	2,612	2,598
11 Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12 Altura promedio de la probeta	cm.	6,1	6,1	6,1	
13 Peso de la probeta en el aire	gr.	1202,3	1199,7	1196,8	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1203,7	1201,6	1198,3	
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	683,9	684,1	684,3	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	519,8	517,5	514	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,313	2,318	2,328	2,320
18 Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,440	2,440	2,440	
19 Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3^2/(7+8)+(4^2/(9+10)))$	gr/cc.	2,400	2,400	2,400	
20 % de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5,21	4,99	4,58	4,93
21 Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627	2,627	
22 Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641	2,641	
23 Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))$	gr/cc.	2,678	2,678	2,678	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^2*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,74	0,74	0,74	
25 % del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)^*17/21$	%	82,77	82,96	83,32	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	12,02	12,05	12,10	
27 % vacios del agregado mineral 100-25	%	17,23	17,04	16,68	16,98
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	5,31	5,31	5,31	
29 Relacion betun vacios $(26/27)^*100$	%	69,77	70,70	72,56	71,01
30 Lectura del aro.	pul.	288	285	281	
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1213	1200	1183	
32 Factor de estabilidad		1,00	1,00	1,00	
33 Estabilidad corregida 31*32	kg	1213	1200	1183	1199
34 Lectura del fleximetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	13	12	13	13
34 Fluencia	m.m.	3,30	3,05	3,30	
35 Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	3673	3938	3584	3731

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*César A. Díaz Saavedra*  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Burga Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	10/08/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		

Grava Chancada <3/4"	19%
Arena Chancada <1/4"	10%
Arena Zarandeada <3/4"	31%
Asfalto Reciclado	40%

CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70

Material	% Mezcla	% Diseño	% Que Pasa el Tamiz												
A	Grava Triturada	34,29	32,06												
B	Arena.	65,71	61,44												
C	Filler	0	0,00	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4			N°10	N°40	N°80	N°200	
				Mezcla		100	94,0	78,4	65,7			44,1	17,8	10,1	5,7
				Especificaciones IVB		100	80 - 100	70 - 88	51 - 68			38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

	#	1	2	3	Prom.
1 Numero de probeta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	6,5	6,5	6,5	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	32,06	32,06	32,06	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	61,44	61,44	61,44	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0,00	0,00	0,00	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1,021	1,021	1,021	
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,670	2,670	2,670	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2,698	2,698	2,698	2,684
9 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,584	2,584	2,584	
10 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2,612	2,612	2,612	2,598
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.				
12 Altura promedio de la probeta	cm.	6,36	6,34	6,3	
13 Peso de la probeta en el aire	gr.	1190,5	1191,0	1193,2	
14 Peso de la probeta saturada superficialmente seca	gr.	1192,7	1193,7	1194,7	
15 Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	669,0	670	668	
16 Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	523,7	523,7	526,7	
17 Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2,273	2,274	2,265	2,271
18 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2,424	2,424	2,424	
19 Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2,383	2,383	2,383	
20 % de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	6,22	6,18	6,54	6,31
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2,627	2,627	2,627	
22 Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2,641	2,641	2,641	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc.	2,680	2,680	2,680	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0,77	0,77	0,77	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	80,91	80,95	80,64	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	12,87	12,87	12,82	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	19,09	19,05	19,36	19,17
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	5,78	5,78	5,78	
29 Relacion betun vacíos $(26/27) * 100$	%	67,42	67,57	66,22	67,07
30 Lectura del aro.	pul.	245	249	250	
31 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1033	1049	1054	
32 Factor de estabilidad		0,96	0,96	0,96	
33 Estabilidad corregida 31*32	kg	991	1007	1011	1003
34 Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	14	13	12	13
34 Fluencia	m.m.	3,56	3,30	3,05	
35 Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	2788	3051	3318	3052

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. C.P. 169278





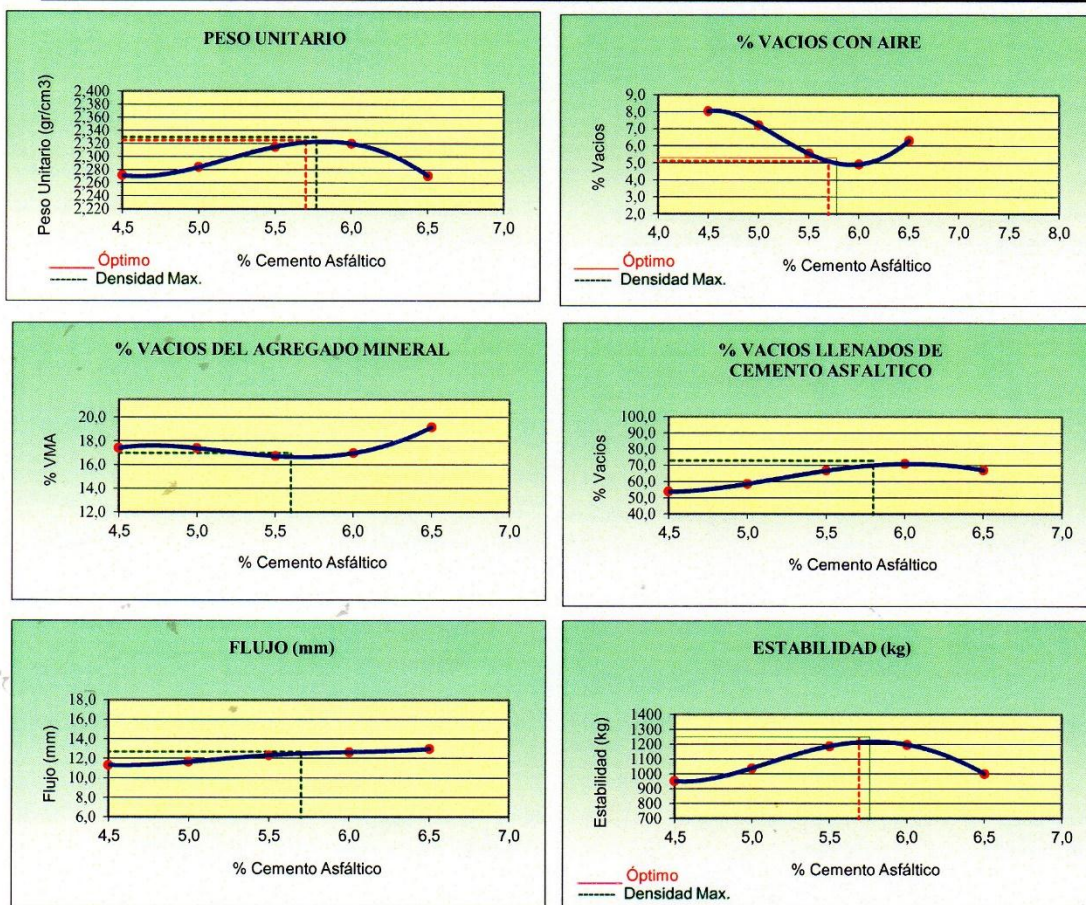
## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, Of. 2do Piso, Urb. Las Brisas – Chiclayo. Telf. (074) 619319, RPM # 948 852 622  
 – RPC 954 131 476. E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.  
 Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo  
 Pág. Web: www.emplaboratorios.com

### REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO

METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

DESCRIPCION	: Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente	RESP. LAB. :	S.B.F
TESIS	: "Propuesta Técnica de Diseño de Carpeta Asfáltica Utilizando Pavimento Reciclado para el Mejoramiento de Av. Mesones Muro Km 0+000-2+066 Chiclayo".	TEC. LAB. :	C.D.S.
MATERIALES	: Agregados chancados	FECHA :	10/08/2018
CANTERA	: Tres Tomas		
UBICACIÓN	: Ferreñafe		
AUTOR	: Fustamante Fustamante Jhonatan Pier		



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5,7
Peso Unitario (gr/cm <sup>2</sup> )	2,330
Vacios (%)	5,30
Vacios del Agregado mineral (%)	17,00
Vacios Llenados de C.A (%)	73,00
Flujo (mm)	3,23
Estabilidad (Kg)	1250
Relación Polvo Asfalto	1,00

Nota: El Óptimo de Cemento Asfáltico se obtiene del Peso unitario, Vacios al aire y Estabilidad.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burga Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CTP. 169278

## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Herry Lloclla Gonzales, Director de Investigación de la Universidad César Vallejo Chiclayo y revisor de la tesis titulada "**PROPUESTA TÉCNICA DE DISEÑO DE CARPETA ASFÁLTICA UTILIZANDO PAVIMENTO RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DE AV. MESONES MURO KM+000-2+066 CHICLAYO**", del bachiller **FUSTAMANTE FUSTAMANTE, JHONATAN PIER**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **18%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender, la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.


Chiclayo, 10 de junio de 2019

  
.....  
 **Dña Herry Lloclla Gonzales**  
DNI: 16765432

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------



# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Thomaton Pier Fustamonte Fustamonte, identificado con DNI N° 70024620, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Propuesta técnica de diseño de carpeta asfáltica utilizando pavimento reciclado para el mejoramiento de Av. Mesones Muro Kto+000 - Km 2+000 Chiclayo".

....."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 70024620

FECHA: 21 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P. Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Fustamente Fustamente Shanton Pier

INFORME TITULADO:

Propuesta Técnica de diseño de carpeta asfáltica utilizando  
pavimento reciclado para el mejoramiento de Av. Mesones Turo Km 0+000 - Km 2+066 Chiclayo

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 27 de mayo 2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por mayoría

  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN